



# Pflanzenschutz im Gartenbau

Grundlagen zum Erwerb der Fachbewilligung



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Bundesamt für Umwelt BAFU

Publikation Jardin  Suisse



**Herausgeber**

JardinSuisse, Unternehmerverband Gärtner Schweiz  
Bahnhofstrasse 94, 5000 Aarau  
www.jardinsuisse.ch

Bundesamt für Umwelt (BAFU), 3003 Bern  
www.bafu.admin.ch

Das BAFU ist ein Amt des Eidgenössischen Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK).

**Autoren**

Bernhard Frutschi, Gartenbauschule Oeschberg, Koppigen  
Philipp Gut, Bildungszentrum Wallierhof, Riedholz  
Laura Kaiser, JardinSuisse, Aarau  
Samuel Stüssi, Andermatt Biocontrol, Grossdietwil

**Illustrationen und Bilder**

Die Zeichnungen und Bilder wurden mit freundlicher Genehmigung folgender Personen und Institute verwendet:

Markus Bünter, Agroscope, Wädenswil  
Moritz Bürki, Langendorf  
Simon Egli, WSL, Birmensdorf  
Bernhard Frutschi, Gartenbauschule Oeschberg, Koppigen  
Philipp Gut, Bildungszentrum Wallierhof, Riedholz  
Urs Guyer, Inforama Seeland, Ins  
Kanton Luzern, Umwelt und Energie (uwe)  
NABU Schleswig-Holstein  
Naturschutzdienst Baselland  
Pro Natura  
Samuel Stüssi, Andermatt Biocontrol, Grossdietwil  
Inga Spence, Alamy Stockfotos  
David Szalatnay, Strickhof, Winterthur-Wülflingen

**Redaktion**

Corinne Schmidiger, JardinSuisse, Aarau

**Gestaltung**

Disegnato GmbH, 3027 Bern

**Lektorat**

Käthi Zeugin, Texterei, Zürich

**Bezug**

JardinSuisse, Bahnhofstrasse 94, 5000 Aarau  
www.jardinsuisse.ch

ISBN 3-9522576-4-8

4., überarbeitete Auflage, 2019 / © JardinSuisse

<b>Vorwort</b>	9
----------------	---

## 1. Ökologie und Toxikologie

---

<b>Einführung in die Ökologie</b>	<b>12</b>
Das Ökosystem	13
· Energiefluss und Stoffkreislauf im Ökosystem	13
Lebensraum Boden	14
Kohlenstoff, Stickstoff und Phosphor	17
· Kohlenstoff	17
· Stickstoff	18
· Phosphor in Oberflächengewässern	18
Beziehungen zwischen Lebewesen	19
· Wechselwirkungen im Ökosystem	20
· Förderung der Biodiversität	24
Pflanzenschutzmittel in der Umwelt	25
· Unerwünschte Auswirkungen auf den Zielflächen	25
· Unerwünschte Auswirkungen ausserhalb der Zielflächen	28
<b>Toxikologie</b>	<b>30</b>
· Akute Vergiftung	30
· Chronische Vergiftung	30
· Ökotoxikologie	30
· Humantoxikologie	31

## 2. Gesetzliche Grundlagen

---

Pflanzenschutzmittelverordnung	35
Gewässerschutzgesetzgebung	35
Grundwasserschutzzonen und Zuströmbereich	35
Kennzeichnung der Produkte nach GHS	35
Die H- und P-Sätze	37
Sicherheitsdatenblatt	37
Fachbewilligung gemäss Risikoreduktionsverordnung	37
Sachkenntnis	37
Produkte mit abgelaufener Bewilligung	38
Wo sind Pflanzenschutzmittel generell verboten?	38
Anwendungsvorschriften beim Einsatz von Pflanzenschutzmitteln	38
Aktionsplan Pflanzenschutz	39
Auflagen zum Schutz der Oberflächengewässer	39
Verbote zum Einsatz von gewissen Pflanzenschutzmitteln in Siedlungsgebieten	39
Zivilgesetzbuch und Obligationenrecht	39

### 3. Allgemeine Überlegungen zum Pflanzenschutz

---

<b>Vorbeugende Massnahmen zur Vermeidung von Schädlings- und Krankheitsbefall</b>	<b>42</b>
Integrierter Pflanzenschutz	42
· Vorgehen beim integrierten Pflanzenschutz	42
· Standort und Pflanzenauswahl	43
· Kultur- und Pflegemassnahmen	43
· Pflanzenstärkungsmittel	43
· Pflanzenimport	43
· Pflanzenpasspflicht	43
· Befallskontrolle und Schadschwelle	43
Chemischer Pflanzenschutz	44
Biologischer Pflanzenschutz	44
· Förderung von Nützlingen im Privatgarten	45

### 4. Schädlinge und Krankheiten im Gartenbau

---

<b>Tierische Schaderreger</b>	<b>48</b>
Insekten: Bau und Entwicklung	48
Pflanzenschädigende Insekten	50
· Thripse (Blasenfüsse)	50
· Blattläuse	51
· Schildläuse	53
· Schmier- oder Wollläuse	54
· Mottenschildläuse (Weisse Fliegen)	55
· Käfer	57
· Schmetterlinge (Lepidopteren)	59
· Fliegen, Mücken (Zweiflügler, Dipteren)	60
· Wespen (Hautflügler, Hymenopteren)	62
· Wanzen	62
· Zikaden	63
Weitere tierische Pflanzenschädlinge	63
· Milben, Spinnmilben	63
· Schnecken (Acker- und Nacktschnecken)	67
· Nematoden	68
· Mäuse und Maulwürfe	69
<b>Pilzliche Schaderreger</b>	<b>71</b>
Aufbau und Fortpflanzung der Pilze	71
Verbreitungsformen von Schadpilzen	71
Entwicklung einer Pilzkrankheit	72
· Echter Mehltau	73
· Rostpilze	74
· Graufäule ( <i>Botrytis cinerea</i> )	75
· Falscher Mehltau	76
· Krautfäule	76
· Schorf	77
· Septoria	78
· Sternrusstau ( <i>Marssonina</i> )	78
· Schrotschusskrankheit	79

· Pathogene Bodenpilze	79
· Phytophthora	81
<b>Bakterien und Viren</b>	<b>81</b>
<b>Unkräuter, Beikräuter, Begleitflora</b>	<b>84</b>
<b>Invasive Neophyten</b>	<b>86</b>

## 5. Besonders gefährliche Schadorganismen und weitere Problem-Schadorganismen

---

<b>Neues Pflanzengesundheitsrecht</b>	<b>90</b>
Ausweitung der Pflanzenpasspflicht	90
Kategorien der besonders gefährlichen Schadorganismen	90
Meldepflichtige Quarantäneorganismen	91
· Asiatischer Laubholzbockkäfer	91
· Japankäfer	92
· Kiwikrebs	92
· Phytophthora ramorum	93
· Ralstonia, Braunfäule oder Schleimkrankheit	93
· Xylella, Feuerbakterium	94
Geregelte Nicht-Quarantäneorganismen und weitere Problem-Schadorganismen	94
· Ambrosia artemisiifolia	94
· Asiatischer Marienkäfer	95
· Buchsbaumzünsler	95
· Eschentriebsterben, Eschenwelke	96
· Erdmandelgras/Knöllchen-Zyperngras	96
· Feuerbrand	97
· Kirschessigfliege	97
· Marmorierte Baumwanze	98
· Mittelmeerfruchtfliege	98
· Rotband- und Braunfleckenkrankheit der Föhre	99
· Sharka-Virus	99

## 6. Pflanzenschutzmittel

---

<b>Zusammensetzung und Einteilung der Pflanzenschutzmittel</b>	<b>102</b>
Einteilung der Pflanzenschutzmittel nach der Wirkung	103
· Insektizide	103
· Akarizide	105
· Nematizide	105
· Molluskizide	105
· Rodentizide	106
· Fungizide	106
· Bakterizide	107
· Herbizide	108
· Saatbeizmittel	109
· Wachstumsregulatoren	109
<b>Wartefristen</b>	<b>111</b>

<b>Resistenzen und Resistenzmechanismen</b>	<b>111</b>
· Wie können Resistenzen entstehen?	111
· Tipps für die Vorbeugung gegen Resistenzen	112

## 7. Applikationstechnik im Zierpflanzenbau

---

<b>Die richtigen Rahmenbedingungen</b>	<b>114</b>
Aufwandmengen	114
Düsen und Druck	115
· Düsen für unterschiedliche Applikationen	115
· Tropfengrösse	116
Brüheherstellung	116
· Tankmischungen	117
· Tipps für die Brüheherstellung	117
Behandlungszeitpunkt und Wiederholungen	117
Schäden vorbeugen	118
Behandlungsverfahren und Geräte	119
· Spritzen	119
· Sprühen	120
· Vernebeln	121
· Verdampfen	121
· Räuchern	121
· Giessen	121
· Streuen	122
· Stäuben	122
· Beizen	122

## 8. Vorsichtsmassnahmen beim Umgang mit Pflanzenschutzmitteln

---

Tipps zum Personenschutz	124
· Verhalten bei Unfällen mit Giften	125
Schutz der Umwelt	125
· Pflanzenschutzmittel integriert einsetzen	125
· Moderne, betriebssichere Geräte verwenden	125
· Spritzgeräte regelmässig warten	125
· Restmengen vermeiden	126
· Brühereste auf Kulturen entsorgen	126
· Konsequente Aufzeichnungen machen	126
· Bedarfsgerecht einkaufen	126
Fachgerechte Lagerung von Pflanzenschutzmitteln	126
Umweltgerechte Entsorgung	127

## Anhang

---

<b>Fachbegriffe im Pflanzenschutz</b>	<b>129</b>
---------------------------------------	------------



## Vorwort

Pflanzenschutz ist anspruchsvoll. Wer Pflanzenschutzmittel umweltverträglich verwenden will, sieht sich immer wieder vor komplexe Entscheidungen gestellt. Neben dem Wissen über Krankheiten, Schädlinge und Produkte gilt es, unerwünschte Nebenwirkungen wie die negativen Einflüsse auf Nützlinge, auf das Wasser und den Boden zu beachten.

Die Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung (ChemRRV) schreibt vor, dass alle gewerbs- und berufsmässigen Anwender von Pflanzenschutzmitteln eine Fachbewilligung erwerben müssen. Ziel dieser Fachbewilligung ist, dass sich die Berufsleute der Auswirkungen von Stoffen und Materialien auf Mensch und Umwelt bewusst sind, dass sie über alle Vorsichtsmassnahmen informiert und zu einem verantwortungsvollen Umgang motiviert sind. Neben Kenntnissen in Ökologie und Toxikologie verlangt die Fachbewilligung auch Wissen über die Umweltschutz-, Gesundheits- und Arbeitnehmerschutzgesetzgebung, über Massnahmen zum Schutz der Umwelt und der Gesundheit, über die Umweltverträglichkeit, die sachgerechte Verwendung und Entsorgung der Pflanzenschutzmittel sowie die sachgerechte Handhabung der eingesetzten Geräte.

Dieses Lehrmittel enthält die Grundlagen zum Erwerb der Fachbewilligung im Bereich Pflanzenschutzmittel im Gartenbau; es basiert auf dem Leitfaden Umwelt Nummer 6 «Pflanzenschutz im Gartenbau». Die aktuelle Publikation wurde um das Kapitel «Ökologie und Toxikologie» erweitert. Sie wurde vom Bundesamt für Umwelt (BAFU) finanziert. Die redaktionelle Leitung, die Herausgabe und der Vertrieb liegen bei JardinSuisse, dem Unternehmerverband Gärtner Schweiz.

Franziska Schwarz  
Vizedirektorin  
Bundesamt für Umwelt  
(BAFU)

Olivier Mark  
Präsident  
JardinSuisse  
Unternehmerverband Gärtner Schweiz



# 1

## Ökologie und Toxikologie

# 1. Ökologie und Toxikologie

## Einführung in die Ökologie

Natürliche Lebensräume beherbergen eine Vielzahl von Pflanzen, Tieren und Mikroorganismen. Welche Art wo auf der Welt vorkommt, hängt von Umweltfaktoren wie Temperatur, Feuchtigkeit und Beschaffenheit des Untergrunds ab. Ein Pinguin ist ebenso selten an einem Schweizer Waldrand anzutreffen wie ein Tagpfauenauge in der Antarktis. Neben den richtigen Umweltbedingungen braucht das Tagpfauenauge spezielle Pflanzen für seine Ernährung und Fortpflanzung. Das Vorkommen einer Art wird somit nicht nur von abiotischen Umweltfaktoren bestimmt, sondern auch von den übrigen im Lebensraum heimischen Arten. Trotz ähnlicher klimatischer Bedingungen wird man auf einer Weide und in einem Wald jeweils ganz andere Tier- und Pflanzenarten finden.



**Magerwiese Reinacherheide**

Abb. 1.1

Die geografische Lage gibt vor, welche Tiere und Pflanzen an einem Standort existieren können. Die Bewohner eines Gebiets formen und verändern aber auch ihren Lebensraum. Sie stehen untereinander in vielfältigen Beziehungen, sind Beute, Räuber und Konkurrent. Diese Beziehungen und Wechselwirkungen zwischen Lebens-

gemeinschaft und Umwelt werden im Fachgebiet der **Ökologie** untersucht. Das Geflecht aus Lebensraum, Lebensgemeinschaft und allen Beziehungen wird als Ökosystem bezeichnet. Welche Dimension ein Ökosystem hat, ist von der Betrachtungsweise abhängig. So kann ein einzelner Gartenteich, ein See oder die ganze Erde als Ökosystem betrachtet werden.



**Säliwald**

Abb. 1.2

Fachbegriffe:

- ▶ **Ökologie**, von griechisch «oikos» (Haus, Haushalt) und «logos» (Lehre), ist die Lehre vom Haushalt der Natur, sie untersucht die Beziehungen der Lebewesen mit ihrer Umwelt.
- ▶ **Lebensgemeinschaft (Biozönose)**: Sämtliche Lebewesen, die gemeinsam an einem bestimmten Ort vorkommen
- ▶ **Lebensraum (Biotop)**: gemeinsamer Ort der Lebensgemeinschaft

## Das Ökosystem

Ein Ökosystem besteht aus einem bestimmten Lebensraum, der darin vorkommenden Lebensgemeinschaft sowie allen Wechselwirkungen zwischen den Lebewesen und ihrer Umwelt.



Beispiel Ökosystem Garten

Abb. 1.3

Bestandteile des Ökosystems Garten

- ▶ Lebensraum: Boden, Sonne, Luft, Wasser, Steine, Holz
- ▶ Lebensgemeinschaft: Pflanzen, Tiere, Pilze, Bakterien
- ▶ Die Beziehungen innerhalb der Lebensgemeinschaft und mit der Umwelt

## Energiefluss und Stoffkreislauf im Ökosystem

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

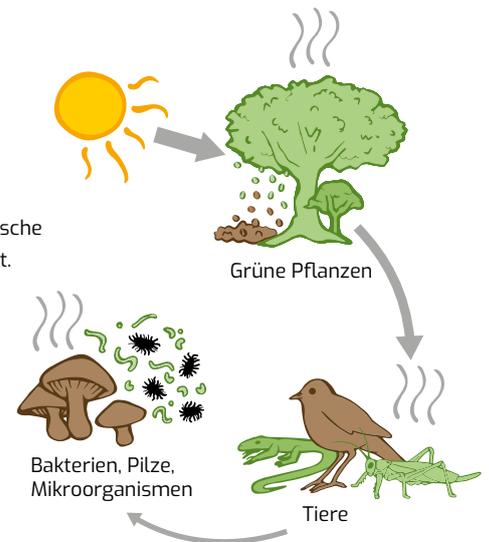
**Photosynthese:** Die Pflanze wandelt Kohlendioxid und Wasser zu Traubenzucker und Sauerstoff um (Abb. 1.5). Voraussetzung dafür ist Blattgrün, das Chlorophyll. Mithilfe der Sonnenenergie erschafft die Pflanze aus zwei energiearmen Verbindungen den energiereichen Traubenzucker. Sauerstoff ist dabei ein «Abfallprodukt», das das Leben auf der Erde jedoch nachhaltig verändert hat.

Um die chemische Energie dieses energiereichen Traubenzuckers zu nutzen, bauen sowohl Pflanzen als auch alle anderen Lebewesen den Traubenzucker wieder zu Kohlendioxid und Wasser ab. Die frei werdende Energie wird für den Erhalt des Stoffwechsels genutzt. Diese Rückreaktion der Photosynthese nennt man **Zellatmung**. Die Zellatmung ist beim Menschen eng mit der Lungenatmung verknüpft: Die Lungenatmung führt den Zellen den benötigten Sauerstoff zu, das entstehende Kohlendioxid wird wieder abgeführt.

**Energiefluss:** Die gesamte Energie im Ökosystem Garten stammt von der Sonne (Abb. 1.4). Die grünen Pflanzen speichern die Sonnenenergie in Form von chemischer Energie in Kohlenhydraten. Über die Nahrungskette gelangt diese chemische Energie in andere Lebewesen. 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 angewiesen.

### Energiefluss im Ökosystem

Ca. 5% der Sonnenenergie wird von den grünen Pflanzen genutzt und in chemische Energie umgewandelt. Von einer Stufe der Nahrungskette zur nächsten entweichen 90% der Energie als Abwärme.  
Abb. 1.4



Photosynthese

Abb. 1.5

### Der Nährstoffkreislauf

Der Energiefluss ist untrennbar mit dem Nährstoffkreislauf des Kohlenstoffs verknüpft. Kohlenstoff wird von der Pflanze in Form von Kohlendioxid aufgenommen und als Traubenzucker in ihren Organismus eingebaut. Bei der Zellatmung wird der Traubenzucker wieder zu Kohlendioxid abgebaut und an die Luft zurückgegeben. Neben Kohlenstoff benötigt die Pflanze für ihr Wachstum weitere Nährstoffe, vor allem Stickstoff, Phosphor und Kalium. Diese Stoffe werden in Form von Nährsalzen von der Pflanzenwurzel aufgenommen. Pflanzen nehmen beispielsweise Stickstoff in Form von Nitrat auf und wandeln ihn in pflanzliches Eiweiss um.

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

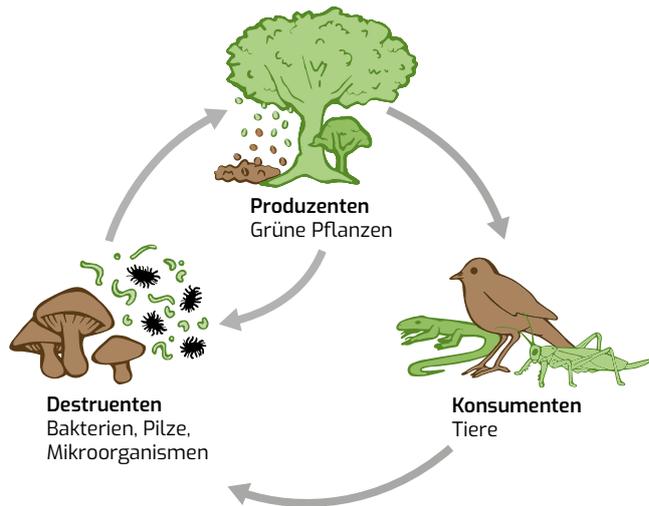
Tiere, Pilze und die meisten Mikroorganismen können weder die Energie der Sonnenstrahlung noch Nährstoffe aus anorganischen Verbindungen nutzen. Sie sind auf die von den Pflanzen produzierte Biomasse angewiesen. So können beispielsweise Tiere ihren Stickstoffbedarf nicht durch Nitrat decken sondern, benötigen dafür pflanzliche oder tierische Eiweisse.

Tiere und andere Organismen, die sich direkt oder indirekt von Pflanzen ernähren, sind im Ökosystem die **Konsumenten**. Dabei werden Pflanzenfresser als Primärkonsumenten und Fleischfresser als Sekundärkonsumenten bezeichnet.

Bei den Konsumenten gibt es eine spezielle Untergruppe: Spezialisierte Arten, vor allem Bakterien und Pilze, 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. Diese Lebewesen schliessen als letztes Glied in der Kette den Stoffkreislauf.

Bodenlebewesen bauen tote organische Substanz wiederum zu Pflanzennährstoffen ab. Sie sind im Nährstoffkreislauf die **Destruenten**.

Grüne Pflanzen produzieren aus Kohlendioxid, Wasser und Nährsalzen Biomasse. Die Konsumenten fressen die Pflanzen und bauen die Nährstoffe aus Zucker und Eiweiss in ihren Organismus ein. Die tote Biomasse (Laub, abgebrochene Äste, Fallobst, Exkremente von Tieren, Aas usw.) wird von den Destruenten wieder in Kohlendioxid, Wasser und anorganische Nährstoffe abgebaut. Somit befinden sich die Nährstoffe in einem Kreislauf (Abb. 1.6).



Der Nährstoffkreislauf im Ökosystem Garten

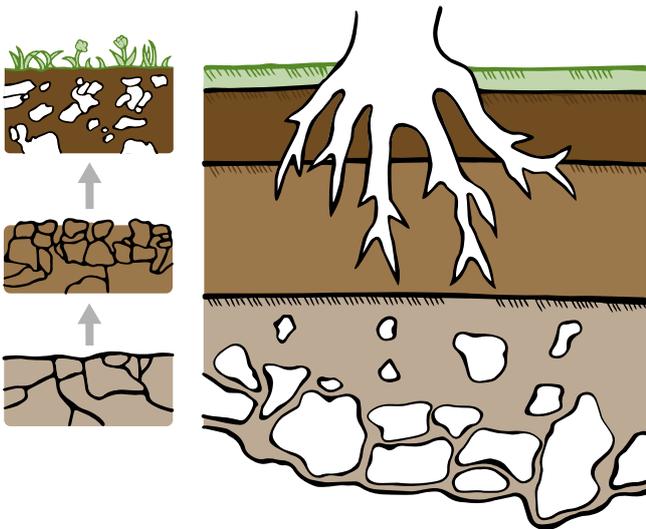
Abb. 1.6

#### 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)

### 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 auch kein Boden existieren. Am Anfang der Bodenbildung beginnt das Ausgangsmaterial durch Regen, Wind und Temperaturwechsel zu verwittern. Dadurch werden Mineralien freigesetzt und es entstehen Spalten. Diese werden von Pionierpflanzen wie Flechten und Moosen sowie von ersten Kleinstlebewesen besiedelt.



- O-Horizont:** Streu, noch wenig zersetztes Pflanzenmaterial (zum Beispiel Laub auf Waldboden)
- A-Horizont:** Oberboden, meist humusreich
- B-Horizont:** Unterboden, arm an Humus, aber reich an Mineralien
- C-Horizont:** Noch unverwittertes Ausgangsmaterial (Untergrund)

**Entstehung des Bodens und Bodenaufbau**

Abb. 1.7

Sterben die Pionierpflanzen ab, beginnen Bakterien und Pilze sie zu zerkleinern und es entsteht Humus. In dieser langsam wachsenden Humusschicht können auch höhere Pflanzen gedeihen. Das Wachstum der Wurzeln sowie deren Säureabgabe beschleunigen die weitere chemische Verwitterung des Ausgangsmaterials. Durch die abgestorbenen Pflanzen erhöht sich der Anteil an organischer Substanz. Der entstandene Boden besteht aus einem Gemisch von unterschiedlich grossen mineralischen Teilchen, lebenden und toten Organismen sowie Humus. Mit der Zeit bilden sich so die typischen Bodenhorizonte (Abb. 1.7). Die Bodenbildung ist ein sehr langsamer Prozess. Für die Entstehung von einem Millimeter Boden braucht es 10 bis 30 Jahre.

**Zersetzung von organischem Material**

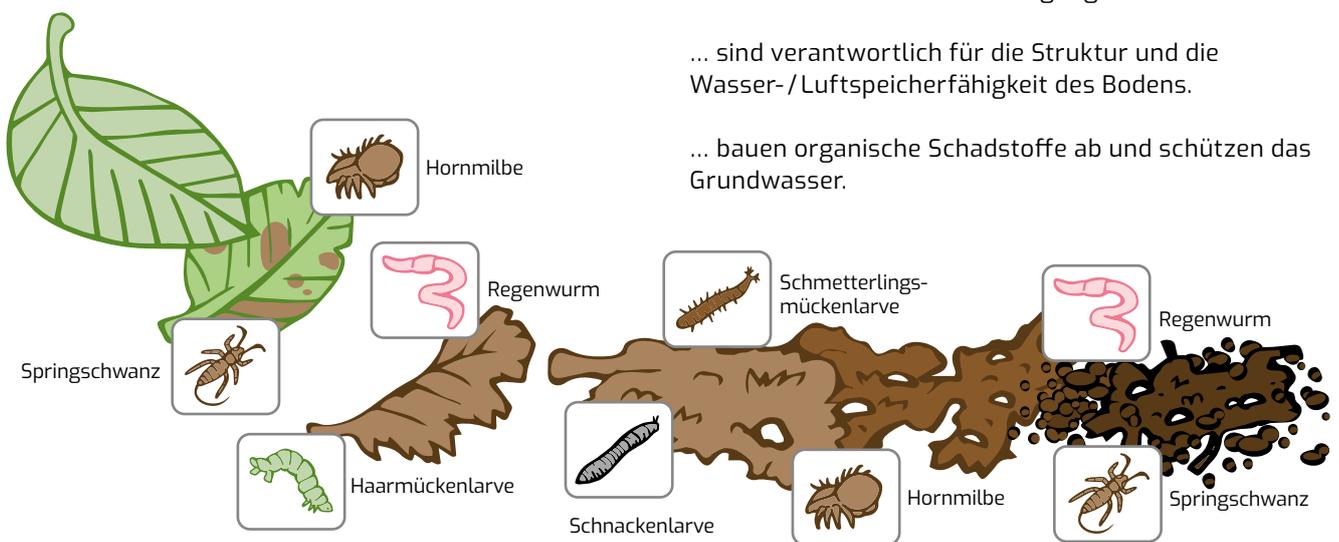
Organisches Material kann entweder vollständig zu mineralischen Nährstoffen abgebaut oder zu Humus umgewandelt werden. Für die Humifizierung braucht es eine Vielzahl von Lebewesen. Beteiligt sind Bodentiere wie Springschwänze, Tausendfüssler und Asseln, verschiedene Bakterien sowie Pilze und Algen (Abb. 1.8). 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.

**Bodenlebewesen ...**

... schliessen den Stoffkreislauf und stellen den Pflanzen Nährstoffe zur Verfügung.

... sind verantwortlich für die Struktur und die Wasser-/Luftspeicherfähigkeit des Bodens.

... bauen organische Schadstoffe ab und schützen das Grundwasser.



**Abbau der Laubstreu**

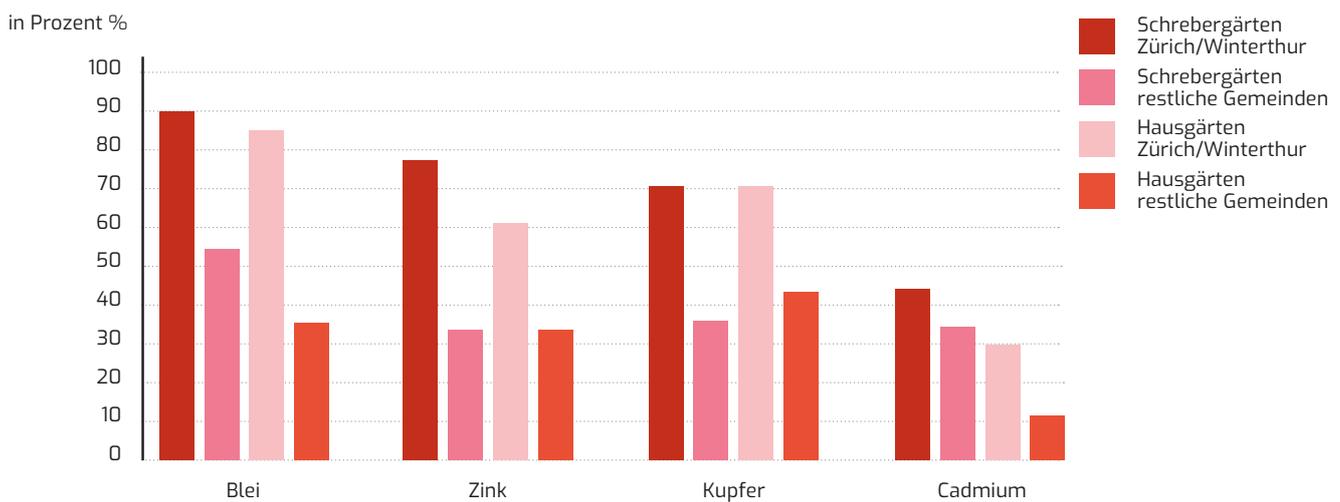
Abb. 1.8

### Bodenbelastung der Haus- und Schrebergärten in der Schweiz

Langjährig genutzte Hausgärten weisen oft eine starke Belastung mit Schwermetallen auf (Abb. 1.9). In mehr als einem Drittel der Hausgärten übersteigt die Konzentration von Blei, Kupfer und Zink im Boden den zugelassenen Richtwert der Bundesverordnung. Grund für diese starke Belastung sind häufig zu hohe Mengen von Mineraldüngern und Pflanzenschutzmitteln sowie belasteter Kompost und Asche. Im städtischen Gebiet ist die Bodenbelastung mit Schwermetallen durch Einträge aus Industrie, Gewerbe und Verkehr zusätzlich erhöht.

### Schwermetalle in mineralischen Düngern

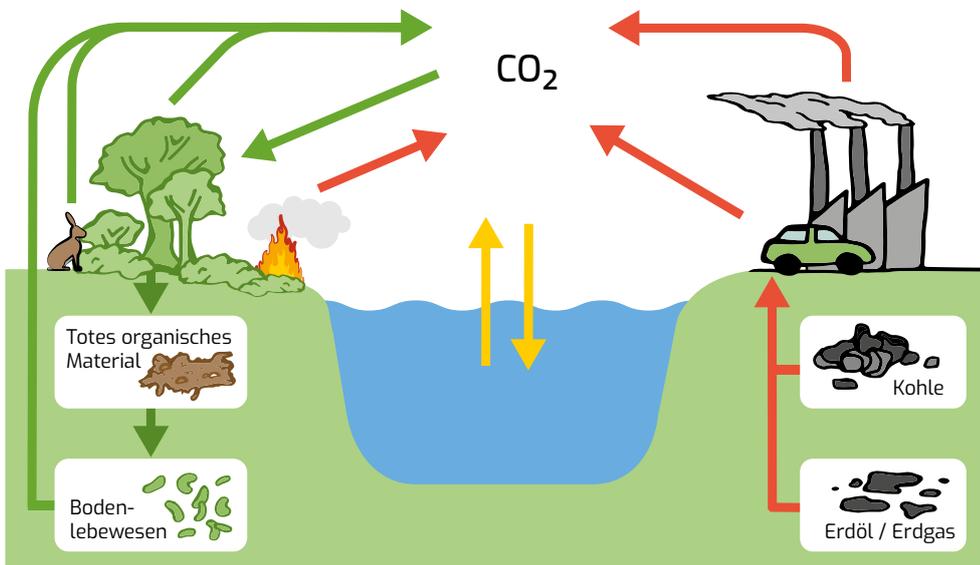
In phosphathaltigem Gestein finden sich oft auch die Elemente Cadmium und Uran. 2012 wurden etwa einhundert handelsübliche mineralische Dünger auf diese Schwermetalle untersucht. Dabei überschritten 45% der Dünger den Grenzwert für Cadmium. Für Uran besteht momentan kein gesetzlich vorgeschriebener Grenzwert. Der vorgeschlagene Wert von 50 g Uran pro Tonne Phosphor wurde allerdings in 73% der Proben überschritten. Bei einem Drittel der Proben lagen die Messwerte bei über 400 g Uran pro Tonne Phosphor. Neben der Belastung mit Schwermetallen haben zu hohe Düngergaben auch negative Auswirkungen auf die Kultur selber, die Bodenlebewesen und die Umwelt. Übermässiges Düngen kann zu einer Absenkung des pH-Werts und zu einer erhöhten Salzkonzentration führen.



**Prozentualer Anteil der Zürcher Schrebergärten und Hausgärten, deren Schwermetallgehalt höher ist als die Richtwerte der Bundesverordnung über Belastungen des Bodens (VBBo). Proben der Fachstelle Bodenschutz von 205 Schrebergärten und 94 Hausgärten aus verschiedenen Gemeinden.** Quelle: BAFU (Hrsg.), 2017: Boden in der Schweiz. Zustand und Entwicklung. Stand 2017. Bundesamt für Umwelt, Bern.

Abb. 1.9

## Kohlenstoff, Stickstoff und Phosphor



Der Kohlenstoffkreislauf

Abb. 1.10

### Kohlenstoff

- ▶ Die **grünen Pfeile** (Abb. 1.10) zeigen den Austausch von Kohlendioxid zwischen den Lebewesen und der Atmosphäre. Während der Photosynthese nehmen grüne Pflanzen Kohlenstoff aus der Luft auf. Beim Prozess der Zellatmung wird Sauerstoff verbraucht und Kohlendioxid wiederum an die Atmosphäre abgegeben. Auch Pflanzen sind zur Energiegewinnung auf die Zellatmung angewiesen.
- ▶ Die **gelben Pfeile** zeigen den  $\text{CO}_2$ -Austausch zwischen der Atmosphäre und den Ozeanen. Steigt die  $\text{CO}_2$ -Konzentration in der Atmosphäre, steigt auch die Konzentration im Meerwasser.
- ▶ Die **roten Pfeile** zeigen die vom Menschen verursachten  $\text{CO}_2$ -Emissionen in die Atmosphäre, vor allem durch die Nutzung von fossilen Brennstoffen und die Brandrodung von Wäldern.

### Treibhauseffekt und Klimaveränderung

Der natürliche Treibhauseffekt bewirkt eine Veränderung der durchschnittlichen Temperatur auf der Erde von  $-18^\circ\text{C}$  auf  $15^\circ\text{C}$ . Dabei wirken Treibhausgase wie ein Glasdach: Sie lassen das Sonnenlicht ungehindert auf die Erde einstrahlen, behindern aber die Wärme-Rückstrahlung. Das wichtigste natürliche Treibhausgas ist Wasserdampf.

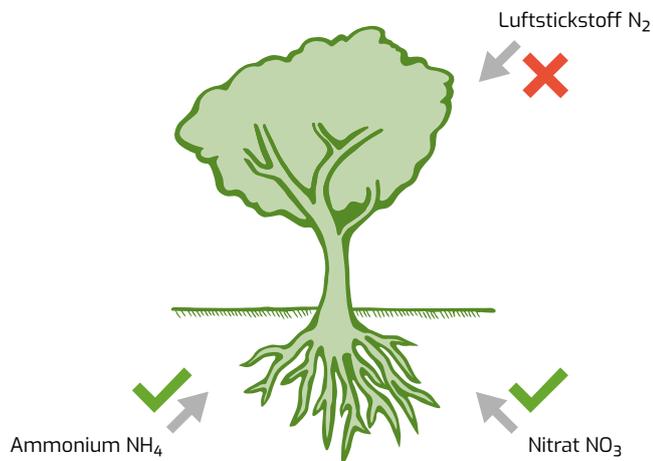
Gase wie Kohlendioxid, Methan, Stickoxide und FCKW verstärken diesen Effekt. Der Mensch ist für einen Grossteil der Emissionen dieser Gase verantwortlich: durch Verbrennungsmotoren und Heizungen, die Produktion von tierischen Lebensmitteln und den Einsatz von FCKW als Kältemittel oder Treibmittel in Sprühdosen. Kohlendioxid trägt aufgrund der ausgestossenen Menge am meisten zum Treibhauseffekt bei. Seit Beginn der Industrialisierung ist dessen Konzentration um ca. die Hälfte angestiegen und somit massiv höher als

während der letzten 800 000 Jahre. Der Anstieg dieser Treibhausgase hat bereits eine messbare Erwärmung des globalen Klimas bewirkt. Im weltweiten Durchschnitt ist die bodennahe Temperatur seit 1864 um etwa ein Grad Celsius angestiegen. Sichtbare Folgen der Erwärmung sind der Rückgang von Gletschern, der Anstieg des Meeresspiegels sowie zunehmende Wetterextreme. Die Schweiz ist von der Erwärmung besonders stark betroffen: Hierzulande ist die Temperatur um ca.  $2^\circ\text{C}$  angestiegen. Ursachen dafür sind die Topografie und die geografische Lage der Schweiz. Neben zunehmenden Hitze- und Trockenperioden, einer Häufung von Starkregenereignissen sowie schmelzenden Gletschern nehmen aufgrund der auftauenden Permafrostböden auch Felsstürze und Schlammlawinen zu.

### Kohlenstoffsenken und Kohlenstoffquellen

Eine Kohlenstoffsenke ist ein Reservoir, in dem Kohlenstoff zeitweilig oder dauerhaft gespeichert wird. Der Kohlenstoff wird somit dem Kreislauf entzogen. Wichtige Senken sind Wälder, solange sie wachsen und somit mehr Kohlenstoff aufnehmen als abgeben. Auch Moore sind Kohlenstoffsenken. Durch den Mangel an Sauerstoff werden abgestorbene Pflanzen im stehenden Wasser der Moore nur langsam abgebaut und zu Torf umgewandelt. Bei der Trockenlegung von Mooren oder beim Abholzen von Wäldern wird der gespeicherte Kohlenstoff wieder an die Atmosphäre abgegeben, sie werden zur Kohlenstoffquelle.

## Stickstoff



**Pflanzen können Stickstoff nur in Form von Nährsalzen wie Nitrat und Ammonium aufnehmen. Für die Bindung von elementarem Luftstickstoff sind sie auf die Hilfe von Mikroorganismen angewiesen.**

Abb. 1.11

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 (Abb. 1.11). Einige Mikroorganismen, Knöllchenbakterien und Cyanobakterien, sind allerdings in der Lage, Luftstickstoff zu binden und für die Pflanzen verfügbar zu machen (siehe Symbiosen, Seite 20).

In der Luft befindet sich allerdings nicht nur natürlicher, elementarer Stickstoff. In Verbrennungsmotoren von Fahrzeugen entstehen Stickoxide, bei der Herstellung tierischer Lebensmittel sowie beim Ausbringen von Gülle und mineralischem Stickstoffdünger entsteht Ammoniak. Stickoxide und Ammoniak sind in der Luft in zweierlei Hinsicht problematisch. Sie haben einerseits einen direkten gesundheitsschädigenden Effekt auf die Menschen, indem sie die Entstehung von Lungenkrebs und Herz-Kreislauf-Erkrankungen begünstigen. Andererseits können diese Stoffe vom Regen ausgewaschen werden und bewirken eine weiträumige Überdüngung von Ökosystemen. Besonders betroffen sind nährstoffarme Lebensräume wie Moore und Trockenwiesen. Auch Kulturpflanzen leiden unter einem Stickstoffüberschuss. Ihr Gewebe wird schwammig und instabil, sie sind anfälliger auf Krankheiten und Schädlinge.

## Phosphor in Oberflächengewässern

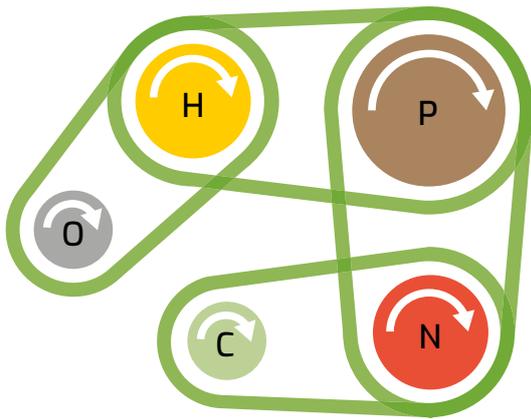
Durch das Ausbringen von Gülle und mineralischen Düngern können grössere Mengen von Nährstoffen wie Phosphor in Oberflächengewässern gelangen. In der Folge kann es zum Umkippen (Eutrophierung) des Gewässers kommen: Der Sauerstoffgehalt nimmt ab, Fische und andere Wasserbewohner sterben. Grund dafür ist eine Algenblüte (Abb 1.12). In Seen ist es meist der Gehalt an Phosphor, der das Algenwachstum limitiert. Wenn zusätzlicher Phosphor in einen See gelangt, vermehren sich die Algen stark. Ist reichlich Phosphor im Wasser, wird Stickstoff zum limitierenden Faktor. Die Blaualgen (Cyanobakterien) sind allerdings in der Lage, diese Limitierung zu umgehen indem sie den im Wasser gelösten Luftstickstoff nutzen. Wenn die Algen nach einigen Tagen wieder absterben, sinken sie auf den Grund des Sees, wo sie von Bakterien und anderen Organismen (Destruenten) abgebaut werden. Der Stickstoff, der in den Algen gespeichert ist, wird zu Ammonium abgebaut. Solange noch genügend Sauerstoff im Wasser vorhanden ist, wandeln Bakterien das Ammonium zu Nitrat um. Das Nitrat wirkt wiederum als Nährstoff, wodurch das Algenwachstum sowie der anschliessende Abbau der Algen weiter verstärkt werden. Durch die schiere Masse der Destruenten und deren Tätigkeit wird dem See so viel Sauerstoff entzogen, dass für andere Bewohner nicht mehr genügend zur Verfügung steht. Sobald der Sauerstoff aufgebraucht ist, wird Ammonium zu Giftstoffen wie Ammoniak umgewandelt. Fische, die bis dahin nicht durch den Sauerstoffmangel gestorben sind, werden vergiftet.



**Algenblüte im Rotsee**

Abb. 1.12

In diesem Beispiel 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 einen ganzen Rattenschwanz von Folgereaktionen nach sich ziehen (Abb 1.13).



In der Natur sind die verschiedenen Kreisläufe miteinander verknüpft.

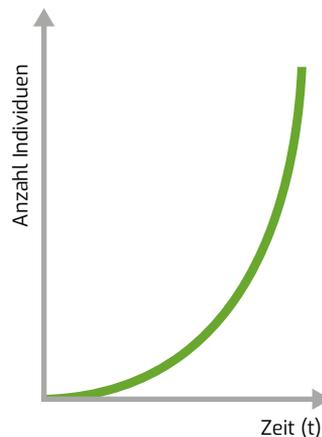
Abb. 1.13

## Beziehungen zwischen Lebewesen

Grundstein des Lebens auf der Erde ist die Zelle. Alle Lebewesen, vom Einzeller bis zum Säugetier, bestehen aus sich teilenden 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.

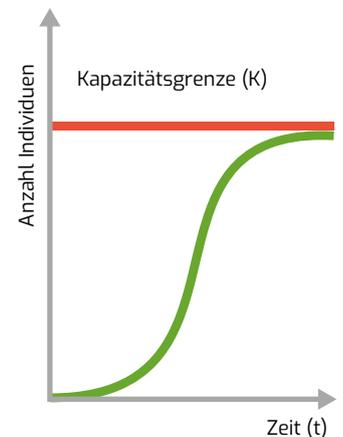
### Populationsentwicklung

Das Wachstum einer Population wird von der Fortpflanzungsrate bestimmt. Wenn die Anzahl der Tiere von Generation zu Generation um denselben Faktor zunimmt, spricht man von einem exponentiellen Wachstum (Abb. 1.14a). Bakterien, die einen neuen Lebensraum besiedeln, pflanzen sich durch Zellteilung sehr schnell fort. Somit verdoppelt sich die Anzahl Bakterien von einer Generation zur nächsten. Werden aber Ressourcen wie Platz und Nahrung knapp, wird das Wachstum gebremst und die Größe der Population pendelt sich an der Kapazitätsgrenze ein (Abb. 1.14b).



**Exponentielles Wachstum**

Abb. 1.14a)



**Logistisches Wachstum mit natürlicher Begrenzung**

Abb. 1.14b)

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

stehen 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.

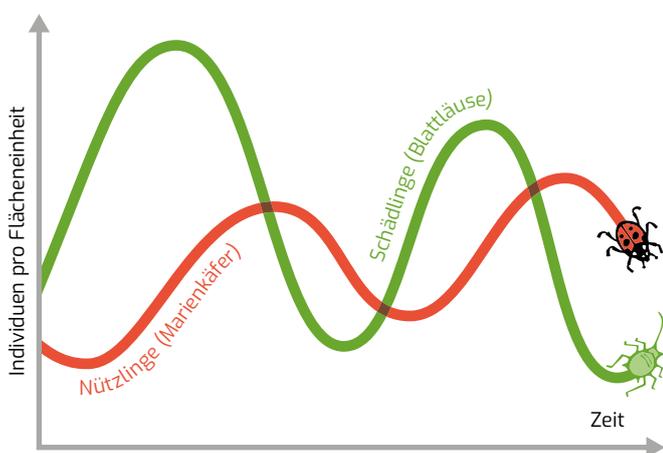
## Wechselwirkungen im Ökosystem

### 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 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.

### Die Räuber-Beute Beziehung

Räuber- und Beutepopulationen sind voneinander abhängig und beeinflussen sich gegenseitig in ihrer Grösse. Ein typisches Beispiel bilden Marienkäfer und Blattläuse (Abb 1.15): 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.



Schematische Beziehung zwischen Räuber und Beute

Abb. 1.15

### 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 selber Photosynthese betreiben und bedienen sich nur an Wasser und Nährstoffen der Wirtspflanze. Vollparasiten wie der Sommerwurz besitzen kein Blattgrün und beziehen auch Zucker von der Wirtspflanze.

### 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

Mehr als 80% der Landpflanzen leben in einer symbiotischen Beziehung mit einer oder mehreren Pilzarten. Mykorrhiza (Abb. 1.16) bedeutet frei übersetzt «verpilzte Wurzel»; der Pilz umhüllt die Wurzel der Pflanze und dringt in die äusserste Zellschicht ein. Dort findet zwischen den Partnern ein Tauschhandel von Nährstoffen statt. Der Pilz holt mit seinen feinen, weit verzweigten Hyphen Phosphor und Nitrat aus kleinsten Bodenporen. Einen Teil dieser Nährstoffe gibt er an die Pflanze weiter. Im Gegenzug erhält der Pilz Zucker, den er selber nicht herstellen kann. Die Pflanze hat in dieser Partnerschaft noch weitere Vorteile: Der Pilz verbessert die Wasseraufnahme der Wurzel und schützt sie vor Krankheitserregern und Schadstoffen. In der Schweiz wurden bisher über 2000 verschiedene Arten von Mykorrhiza-Pilzen nachgewiesen, die einen grossen Beitrag zur Bodenfruchtbarkeit leisten. Zu hohe Nährstoffeinträge, häufige Bodenbearbeitung und Pflanzenschutzmittel reduzieren das Wachstum der Pilze. Dies kann negative Auswirkungen auf Ernteerträge, die Artenvielfalt und die Gesundheit der Pflanzen haben.

### Knöllchenbakterien

Pflanzen aus der Familie der Hülsenfrüchtler (Leguminosen) können mit bestimmten Bakterienarten eine Symbiose eingehen. Diese Knöllchenbakterien sind häufige und weitverbreitete Bodenorganismen. Sie werden von chemischen Stoffen angelockt, die von Pflanzenwurzeln ausgesendet werden. Wenn die Bakterien- und die Pflanzenart zusammenpassen, kommt es zu einer «Infektion» und die Bakterien dringen in die Pflanzenwurzel ein. Daraufhin bilden die Wurzeln um die Bakterien Verdickungen (Abb. 1.17). Geschützt in diesen «Wur-



Mykorrhiza

Abb. 1.16

zelknöllchen» entwickeln sich die Bakterien zu sogenannten Bakteroiden. Diese sind in der Lage, elementaren Luftstickstoff zu binden und in eine pflanzenverfügbare Form umzuwandeln. Die Bakterioide sind für ihre Ernährung auf die Pflanze angewiesen, die ihnen zuckerartige Verbindungen aus der Photosynthese liefert. Die Pflanze wird dafür ihrerseits mit Stickstoff versorgt. Diese Symbiose ist ökologisch gesehen extrem wichtig, da Stickstoff bei den meisten Pflanzen Mangelware ist. Obwohl die Atmosphäre zu 78% aus Stickstoff besteht, können Pflanzen den elementaren Luftstickstoff nicht nutzen und sind auf Stickstoff in Form von Nitrat oder Ammonium angewiesen. Die Knöllchenbakterien entwickeln die Fähigkeit zur Stickstoffbindung erst im Zusammenleben mit der Wurzel. Leguminosen sind wichtige Eiweissquellen, sie besiedeln als Pionierpflanzen humusarme Böden und können in der Landwirtschaft als Gründünger angebaut werden.



Knöllchenbakterien

Abb. 1.17

### Das Artengefüge

Nahrungsketten sind in allen Ökosystemen der Welt ähnlich aufgebaut. Auf der untersten Stufe stehen die Produzenten, die mithilfe der Sonnenenergie Biomasse produzieren. Eine Stufe darüber sind die Pflanzenfresser, auf der dritten die Fleischfresser angesiedelt, die wiederum von grösseren Fleischfressern gejagt werden. An der Spitze der Nahrungskette stehen die Raubtiere, die keine natürlichen Feinde mehr haben (Abb. 1.18).

Ein Lebewesen kann in einem Ökosystem verschiedene Rollen einnehmen. So kann es gleichzeitig Nahrungsgrundlage, Räuber und Konkurrent sein. 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.

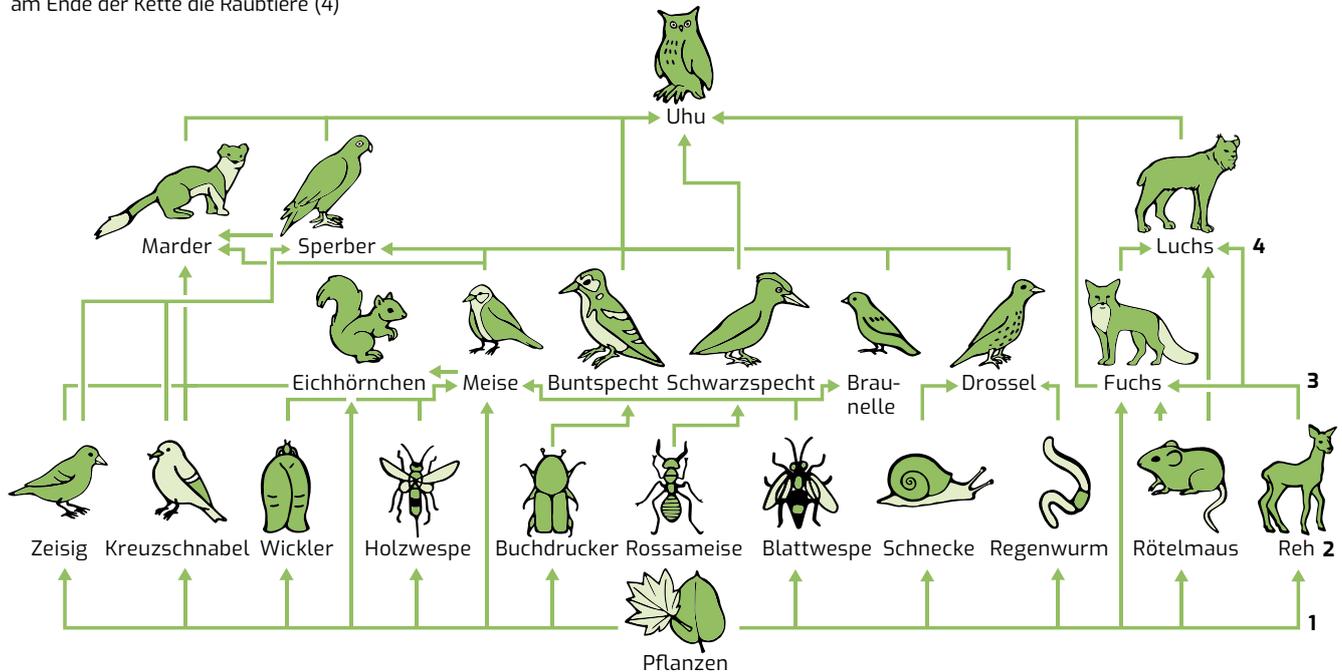
### Die Bedeutung der Artenvielfalt

In einem stabilen Ökosystem verändert sich die Zusammensetzung der Lebensgemeinschaft nur sehr langsam. Das Ökosystem Wald zum Beispiel beginnt mit einer Jugendphase, in der eine offene Fläche langsam verbuscht und anschliessend erste Bäume wachsen. Der daraus entstehende Wald ist umso stabiler gegen Störungen, je grösser seine Artenvielfalt ist. Ein Wald mit einem Reinbestand ist anfälliger auf Schädlinge und Krankheiten und fällt eher stürmischen Winden zum Opfer. Mit einer grossen Vielfalt an einheimischen Baumarten kann der Wald seine Funktionen am besten erfüllen. Bergwälder schützen vor Bodenerosion und

**Schematische Nahrungskette**

Abb. 1.18

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)



retten so ganze Täler vor Schlamm- und Gerölllawinen. Des Weiteren schützen Wälder Klima und Trinkwasserquellen, liefern Holz und dienen als Erholungsraum.

In artenreichen, intakten Ökosystemen stehen alle Lebewesen in so vielfältigen Beziehungen zueinander, dass es keiner Art gelingt, sich übermässig zu vermehren oder die Nahrungsgrundlage zu übernutzen. Gestörte Ökosysteme mit einer kleinen Artenvielfalt sind um einiges anfälliger. In einem «aufgeräumten», naturfremden Garten mit wenigen, oft exotische Pflanzenarten sind nur vereinzelt Nützlinge vorhanden. Werden diese beispielsweise durch einen Pflanzenschutzmittel Einsatz dezimiert, können sich Schadorganismen ungehindert vermehren und es kommt zu einer Masseninvasion.

**Zustand der Biodiversität in der Schweiz**

Die Schweiz bietet aufgrund ihrer Topografie eine grosse Anzahl unterschiedlicher Lebensräume auf kleiner Fläche. Somit ist auch die Artenvielfalt überdurchschnittlich hoch. Der Zustand der Biodiversität ist allerdings bedenklich: Etwa ein Drittel aller Pflanzenarten und die Hälfte der Tierarten sind gefährdet (Abb. 1.20).

**Artensterben**

Durch den Platzbedarf für Wohnraum, Strassen, Industrie und Energiegewinnung verkleinert der Mensch die Lebensräume anderer Arten. Mit Holz- und Landwirt-

schaft verändert er ehemals natürliche Lebensräume. Umweltverschmutzung, Überdüngung und Pflanzenschutzmittel schädigen verbleibende Lebensräume. Fische, Vögel und Säugetiere werden in weiten Teilen der Welt übermässig gejagt. Problematisch ist auch die Zerschneidung von Lebensräumen, da Tiere nicht mehr von einer Population zur anderen wandern können. Ohne diese Durchmischung nimmt die genetische Vielfalt ab, es kommt zu einer Häufung von Erbkrankheiten (Inzucht). Zudem nimmt die Fähigkeit zur Anpassung an sich ändernde Umweltbedingungen ab. Dies ist in Bezug auf den Klimawandel sehr problematisch. Auch das Ausweichen der Arten in kältere Gebiete wird durch die Zerschneidung der Lebensräume erschwert.

In der Erdgeschichte haben bisher fünf grosse Aussterbe-Ereignisse stattgefunden, bei denen ein Grossteil der Arten ausgelöscht wurde; das letzte war das Aussterben der Dinosaurier vor 60 Millionen Jahren. Heute stehen wir mitten im sechsten grossen Aussterben, in dem die Arten schneller verschwinden als je zuvor. Nicht nur die Abnahme der Arten, sondern auch der Schwund der Biomasse ist alarmierend: Gemäss einer 2017 veröffentlichten Studie des Entomologischen Vereins Krefeld hat die Masse gefangener Insekten seit 1980 um bis zu 80% abgenommen. Eine Abnahme der Biomasse bzw. der Zahl der Individuen ist auch bei vielen Vogel- und Säugetierarten zu beobachten.

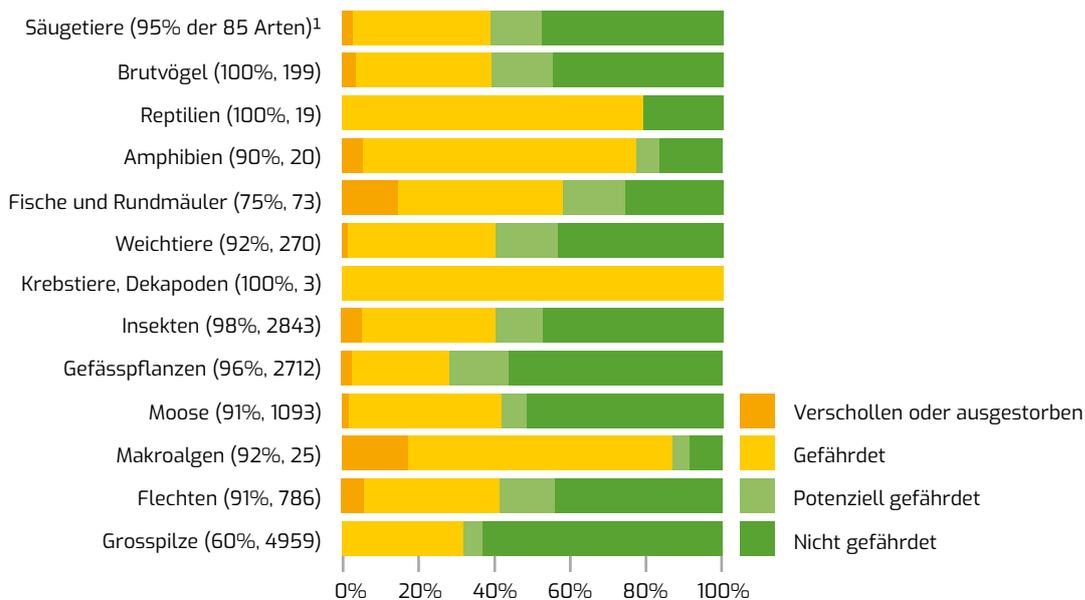
Ökosystemleistungen für das menschliche Wohlergehen und die wirtschaftliche Entwicklung	
<b>A Basisleistungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Bodenbildung</li> <li>▶ Erhaltung der Nährstoffkreisläufe</li> <li>▶ Erhaltung des globalen Wasserkreislaufs</li> <li>▶ Sauerstoffproduktion</li> </ul>	<b>B Versorgungsleistungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Nahrung und Futtermittel</li> <li>▶ Trinkwasser</li> <li>▶ Medikamente</li> <li>▶ Technische Innovationen</li> <li>▶ Genetische Ressourcen</li> </ul>
<b>C Regulierende Leistungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Klimaregulierung / Kohlenstoffspeicherung</li> <li>▶ Erosionsschutz</li> <li>▶ Hochwasserschutz</li> <li>▶ Bodenfruchtbarkeit</li> <li>▶ Bestäubung von Kulturpflanzen</li> <li>▶ Biologische Schädlingsregulierung</li> <li>▶ Regulierung von Krankheitserregern</li> <li>▶ Lärmschutz, Luftreinhaltung und Klimaregulation in Städten</li> </ul>	<b>D Kulturelle Leistungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Erholung</li> <li>▶ Tourismus</li> <li>▶ Allgemeines Wohlbefinden</li> <li>▶ Standortfaktor</li> <li>▶ Ästhetischer Genuss</li> <li>▶ Raumgebundene Identität («Heimatgefühl»)</li> </ul>

**Ökosystemleistungen**

(Quelle: BAFU, Aktionsplan Biodiversität)

Abb. 1.19

**Gefährdete Tiere und Pflanzen (Rote Listen)  
Stand 1994 bis 2018, nach Artengruppe**



<sup>1</sup> Lesebeispiel:

Der Gefährdungszustand wurde für 95% der 85 Säugetierarten bewertet. Bei den restlichen Arten ist die Datengrundlage ungenügend.

**Rote Listen Schweiz**

(Quelle: BAFU, 2018, Umwelt Taschenstatistik 2018)

Abb. 1.20

## Förderung der Biodiversität

Gärtner, Grünpfleger und Hausbesitzer können mit ihrer Arbeit helfen, die Biodiversität in der Schweiz zu fördern. Hausgärten und Grünflächen haben bei geeigneter Gestaltung und Pflege nämlich das Potenzial, Lebensraum für bedrohte Tier- und Pflanzenarten zu sein. Zudem können sie als Korridore den Austausch von Individuen zwischen Populationen gewährleisten. Folgende Massnahmen tragen dazu bei, dem Artensterben in der Schweiz entgegenzuwirken:

### Einheimische Pflanzen verwenden

Unsere heimischen Tiere und Pflanzen haben sich während Jahrhunderten zusammen entwickelt. Infolge dieser gemeinsamen Evolution sind sie perfekt aneinander angepasst. So bieten einheimische Pflanzen einer Vielzahl von Tieren Nahrung und Unterschlupf. Insekten und andere Tiere helfen den Pflanzen, sich zu vermehren und zu verbreiten. Exotische oder hochgezüchtete Pflanzen dagegen können von vielen Arten nur begrenzt oder überhaupt nicht als Nahrung genutzt werden (Abb. 1.21).

Neben dem Beitrag zur Erhaltung der Biodiversität haben einheimische Pflanzen auch ganz praktische Vorteile. Sie locken Nützlinge an und müssen somit seltener gegen Schädlinge behandelt werden.

Die Pflanzung von einheimischen, robusten Sorten am richtigen Standort macht den Einsatz von Pestiziden und Düngern meist überflüssig.

### Ökologisch wertvolle Lebensräume schaffen

- ▶ **Wildhecken:** Hecken aus einheimischen Stauden sind für viele Tiere ideale Korridore, sofern auf Gartenzäune verzichtet wird. Die Früchte der Sträucher, aber auch die vielen Insekten sind wichtige Nahrungsquellen für Vögel. Von jeder heimischen Strauchart sind bis zu 100 Lebewesen direkt abhängig. Viele der Heckenbewohner sind Nützlinge, die dabei helfen, Schadinsekten auch im Rest des Gartens in Schach zu halten.
- ▶ **Ruderalflächen:** Vor der «Korrektur» der meisten Bäche und Flüsse waren Kies- und Sandbänke in der Schweiz keine Seltenheit. Sie boten nährstoffarme und durchlässige Standorte für Pionierpflanzen. Kiesplätze und Kopfsteinpflaster sind diesen verschwundenen Lebensräumen sehr ähnlich und sind somit wichtige und schützenswerte Standorte, die mit wenig Aufwand erhalten werden können. Leider fallen solche Flächen oft der Ordnungsliebe der Hausbesitzer zum Opfer.
- ▶ **Blumenwiesen/Trockenstandorte:** Wo möglich und vom Kunden akzeptiert, sind Blumenwiesen eine schöne und pflegeleichte Alternative zum Zierrasen. Flachdächer, Parkplätze und Verkehrsinseln sind hervorragend als Trockenstandorte geeignet. Die Vielfalt der Pflanzenarten ist in Trockenwiesen besonders hoch, und sie bieten vielen Insekten und Reptilien optimale Bedingungen.

### Heimische und exotische Gehölze als Futterpflanzen für Vögel im Vergleich

So viele Vogelarten fressen die Früchte folgender Arten (bei den exotischen Gehölzen handelt es sich ausnahmslos um häufig in Gärten und in Parks gepflanzte Arten).

Heimisches Gehölz	Vogelarten		Exotisches Gehölz mit heimischer Verwandtschaft
▶ Eberesche, Vogelbeere	63	4	▶ Bastardmehlbeere
▶ Vogelkirsche	48	3	▶ Kaukasus-Kirschlorbeer
▶ Gemeiner Wacholder	43	1	▶ Chinesischer Wacholder
▶ Roter Hartriegel	24	8	▶ Weissler Hartriegel
		2	▶ Gelbholziger Hartriegel
▶ Eingriffeliger Weissdorn	32	3	▶ Lavalls Weissdorn
		2	▶ Scharlachdorn
▶ Gemeine Berberitze	19	7	▶ Thunbergs Berberitze
▶ Wildapfel	19	4	▶ Beerenapfel
▶ Schwarze Heckenkirsche	14	7	▶ Tatarische Heckenkirsche

Exotisches Gehölz ohne heimische Verwandtschaft	
4	▶ Feuerdorn
2	▶ Essigbaum
0	▶ Forsythie, Rhododendren, Azaleen

### Heimische Heckenpflanzen

(Quelle: Uwe Westphal, «Hecken-Lebensräume in Garten und Landschaft») Abb. 1.21

- **Feuchtbiootope:** Gartenweiher können eine wichtige Funktion in der Vernetzung der verbleibenden Feuchtgebiete erfüllen. Sie bieten Amphibien lebenswichtige Zwischenstationen auf der Wanderung zwischen den Populationen.

### Mehr Unordnung im Garten

Unordnung im Garten in Form von Ast- und Laubhaufen, einem gewissen Mass an wilden «Unkräutern» und hängen gelassenen Früchten schafft Lebensräume für viele verschiedene Arten. Problematisch ist der Trend zu Kiesgärten: Was als artenreicher Standort für Gebirgspflanzen begann, hat sich zur «pflegeleichten» Steinwüste entwickelt.

### Lichtverschmutzung vermeiden

Nächtliche Lichtquellen zerschneiden die Lebensräume von nachtaktiven Insekten. Sie werden vom Lichtkegel angezogen und sind leichte Beute für Fledermäuse und andere Räuber. Das Glühwürmchen ist besonders betroffen: Das Licht verhindert das Aufeinandertreffen von Männchen und Weibchen zur Paarung. Wenn nicht auf nächtliche Gartenbeleuchtung verzichtet werden kann, sollte man mit LED-Lampen und Bewegungssensoren arbeiten.

### Verzicht auf Pflanzenschutzmittel und Mineraldünger

Jeder Einsatz von Pflanzenschutzmitteln, seien es Herbizide, Fungizide oder Insektizide, schädigt das Ökosystem und die Artenvielfalt. Durch den Einsatz von Mineraldüngern können Schadstoffe in den Boden gelangen, Oberflächengewässer und Grundwasser können belastet werden. Die Konkurrenzsituation wird zugunsten weniger, nährstoffliebender Arten verändert und andere Arten werden verdrängt.

### Lokal kompostieren

Werden Schnittgut und Pflanzenabfälle lokal kompostiert, bleibt der Nährstoffkreislauf geschlossen und es müssen nur bei Gemüse oder Obstkulturen zusätzliche Nährstoffe gegeben werden. Schnitt- und Mähgut sollte möglichst ein oder zwei Tage liegen gelassen werden, damit die noch lebenden Tiere entweichen können.

### Verzicht auf Torf

Der Einsatz von Torf schädigt die Biodiversität auf zweierlei Art: Beim Abbau von Torf werden Moore zerstört, die Lebensraum vieler hochspezialisierter Pflanzen- und Tierarten sind. Da die Schweizer Moore seit 1987 unter Naturschutz stehen, wird der bei uns verwendete Torf aus dem Ausland importiert. Indirekt wird jedoch auch die Biodiversität in der Schweiz geschädigt: Durch die Trockenlegung von Mooren entweicht der gespeicherte Kohlenstoff als Kohlendioxid. Die Klimaerwärmung wird dadurch verstärkt.

## Pflanzenschutzmittel in der Umwelt

Keine Wirkung ohne Nebenwirkung – Pflanzenschutzmittel sind biologisch aktive Substanzen, die nicht nur Schadorganismen abtöten, sondern auch Auswirkungen auf andere Lebewesen haben. Kaum eine andere Gruppe von Chemikalien wird in solchen Mengen gezielt in der Umwelt ausgebracht. Bedingung für die Zulassung eines Produkts ist, dass es bei vorschriftsgemässer Anwendung keine «unannehmbaren Nebenwirkungen» auf Mensch, Tier und Umwelt hat. Wie gefährlich ein Produkt für einen Organismus ist, hängt einerseits von der Giftigkeit des Stoffes (Toxizität) ab und andererseits von der Menge des Stoffs, mit der der Organismus in Berührung kommt (Exposition). Eine gewisse Gefährdung der Umwelt ist somit bei den meisten Anwendungen von Pflanzenschutzmitteln gegeben. Sie wird allerdings durch Fehlverhalten bei Dosierung und Ausbringung um ein Vielfaches grösser.

Der Abbau eines Pflanzenschutzmittels kann durch drei Mechanismen erfolgen: durch Sonnenlicht, Wasser und Bodenorganismen. Wie schnell ein Stoff abgebaut wird, ist von seinen chemischen Eigenschaften, aber auch von Temperatur, Feuchtigkeit und Bodenbeschaffenheit abhängig. Aus Sicht des Umweltschutzes wären Stoffe ideal, die sehr schnell und vollständig zu CO<sub>2</sub> abgebaut werden. Dies widerspricht jedoch dem Wunsch der Anwender nach einer länger anhaltenden Wirkung. Umweltprobleme durch Pflanzenschutzmittel können auf verschiedenen Ebenen entstehen. Im Folgenden werden mögliche Auswirkungen auf Zielflächen, Eintragswege in andere Ökosysteme sowie die nötigen Vorsichtsmassnahmen aufgezeigt.

### Unerwünschte Auswirkungen auf den Zielflächen

#### Störung von Ökosystemen

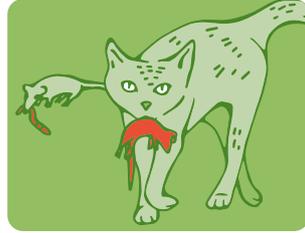
Grundsätzlich ist jede Anwendung eines Pflanzenschutzmittels ein Eingriff ins Ökosystem. Werden keine selektiven, nützlingsschonenden Produkte benutzt, werden ausser den Schadorganismen auch andere Lebewesen geschädigt. Die Zusammensetzung der Lebensgemeinschaft wird verändert und verkleinert. Das Ökosystem verliert somit an Stabilität. So können Räuber und Konkurrenten einer Art ausgeschaltet werden, wodurch sich diese ungebremst vermehren und selbst zum Schädling werden kann. Ein Pflanzenschutzmitteleinsatz, der kurzfristig zwar den gewünschten Erfolg zeigt, kann längerfristig schwerwiegendere Probleme nach sich ziehen. Ein Beispiel ist die langjährige Bekämpfung des Apfelwicklers in Schweizer Obstanlagen. Durch den Einsatz von nicht nützlingsschonenden Mitteln wurden die Raubmilbenpopulationen stark dezimiert.

## Potenzielle Umweltauswirkungen chemischer Pflanzenschutzmittel

Vor der Marktzulassung werden für jedes Pflanzenschutzmittel die Umweltrisiken nach dem aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik geprüft. Nachteilige Auswirkungen auf die Umwelt – und diese gibt es immer – werden bei der Zulassung akzeptiert, wenn sie als vertretbar eingestuft werden. Wird die Gebrauchsanleitung des Pflanzenschutzmittels nicht genau befolgt, erhöht sich das Risiko für potenzielle Nebenwirkungen.



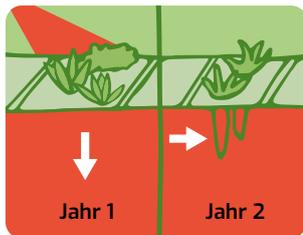
**Schädigung von anderen Pflanzen und Tieren:** Dazu zählen auch Nützlinge wie zum Beispiel Bienen. Ökosysteme werden gestört.



**Anreicherung in der Nahrungskette:** In Raubtieren wie Katzen können sich hohe Konzentrationen von Wirkstoffen finden.



**Eintrag in Gewässer:** Pflanzenschutzmittel können über verschiedene Wege in Gewässer gelangen, Wasserlebewesen gefährden und das Trinkwasser verschmutzen.



**Anreicherung im Boden:** Schwer abbaubare Wirkstoffe können lange Zeit im Boden verbleiben und in Pflanzen gelangen, für die sie nicht bestimmt waren.



**Synergistische Effekte:** Wirkstoffe können sich gegenseitig in ihrer Giftigkeit verstärken. Ob und ab welcher Konzentration das passiert, ist aufgrund der vielen möglichen Kombinationen schwer vorzusagen.

### Mögliche Umweltgefährdungen

Quelle: Deutsches Umweltbundesamt, 2016  
Abb. 1.22

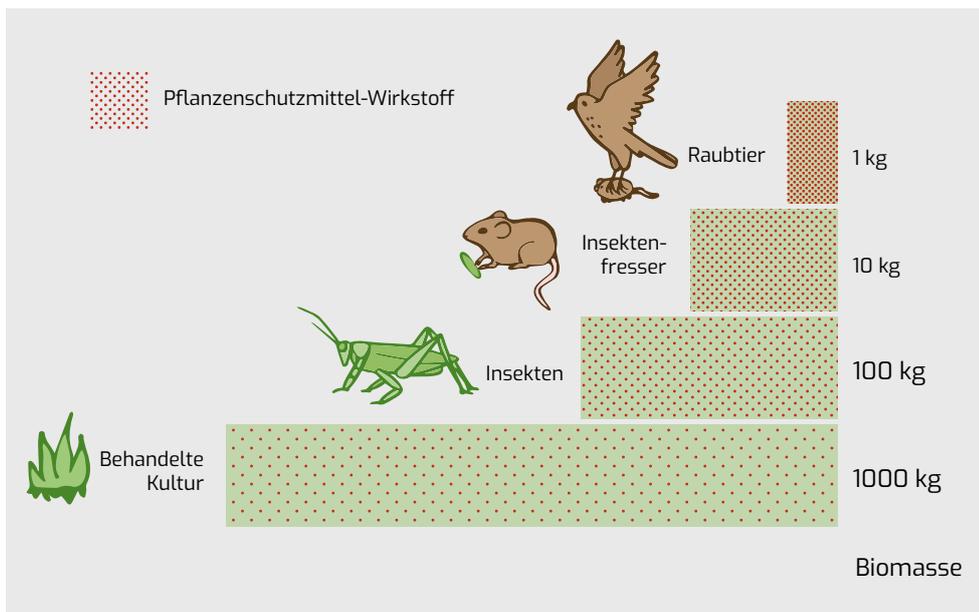
Ohne Raubmilben als Feinde konnte sich die Spinnmilbe massenhaft vermehren und wurde zu einem Problemfall im Erwerbsobstbau. Jeder Pflanzenschutzmitteleinsatz sollte daher vorgängig gründlich auf Notwendigkeit und Alternativen getestet werden.

### Schädigung von Nicht-Zielorganismen

Nicht-Zielorganismen können über verschiedene Wege mit Pflanzenschutzmitteln 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 Bodendeckung oder Abtropfen der Spritzbrühe gelangen Pflanzenschutzmittel auf und in den Boden. Destruenten wie Regenwürmer, Springschwänze und Käfer, aber auch andere nützliche Organismen wie Mykorrhiza-Pilze können geschädigt werden.

- ▶ **Aufnahme per Trinkwasser:** Fällt nach der Behandlung Regen, kann der Spritzbelag abgewaschen werden. Wirkstoffe können sich in Pfützen sammeln, aus denen Insekten, Vögel und Säugetiere trinken.
- ▶ **Verzehr von Pflanzenschutzmitteln:** Schneckenkörner und gebeiztes Saatgut zum Beispiel können bei unsachgemäßer Ausbringung von Igel und anderen Kleinsäugetern verzehrt werden.
- ▶ **Anreicherung in der Nahrungskette:** Schlecht abbaubare Wirkstoffe können sich in der Nahrungskette anreichern (Abb. 1.23). Fressen Insekten behandelte Pflanzen, nehmen sie die Wirkstoffe in ihren Organismus auf. Über die Nahrungskette gelangen die Stoffe in Insektenfresser (Vögel, Blindschleichen, Mäuse) und schlussendlich in Räuber wie Marder, Raubvögel oder auch Hauskatzen. Wie stark ein Mittel in der Nahrungskette angereichert wird, hängt von Resorption, Abbau und Ausscheidung ab.



#### Anreicherung eines Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffs in der Nahrungskette

Von einer Stufe zur nächsten nimmt die Biomasse um ca. den Faktor 10 ab. Bei schwer abbaubaren Pflanzenschutzmitteln bedeutet das im Umkehrschluss, dass die Konzentrationen im Organismus um das 10-Fache zunehmen.

Abb. 1.23

Zum Schutz von Lebewesen auf den Zielflächen gibt es folgende Auflagen:

- ▶ Zum Schutz von wild lebenden Säugern und Vögeln Produkt nicht in Häufchen auslegen. Verschüttetes Granulat sofort zusammenkehren und entfernen.
- ▶ Zum Schutz von wild lebenden Säugern und Vögeln innerhalb eines Jahres nicht mehr als  $X^*$  g des Wirkstoffs pro ha auf derselben Parzelle anwenden.
- ▶ Maximal  $X^*$  Behandlungen pro Parzelle und Jahr mit diesem Produkt oder einem anderen Produkt, das diesen Wirkstoff enthält.

\* Die maximale Menge bzw. die maximal erlaubten Anwendungen eines Produkts variieren. Die Werte sind auf den Packungsbeilagen und im Pflanzenschutzmittelverzeichnis des Bundes zu finden.

#### Schädigung der Bienen

Bienen leisten als Bestäuber einen immensen Beitrag zur Obst- und Gemüseproduktion sowie zum Erhalt von Wildpflanzen. Das Siedlungsgebiet mit Gärten und Grünflächen bildet einen wichtigen Lebensraum für Bienen und Wildbienen. Diese Organismen sollten möglichst nicht mit Pflanzenschutzmitteln in Berührung kommen.

#### Bienengefährliche Produkte

Produkte, die mit SPe 8 gekennzeichnet sind, werden als bienengefährlich eingestuft. Bei ihrer Anwendung sind gewisse Auflagen einzuhalten. Abhängig von der Toxizität für Bienen dürfen die Produkte nur abends, nach dem Bienenflug, oder aber überhaupt nicht mit für Bienen attraktiven Pflanzen in Berührung kommen. Als attraktiv gelten Pflanzen mit offenen Blüten, aber auch Pflanzen, die Honigtau aufweisen. Honigtau wird von Blattläusen abgesondert und

kann von Bienen als Nahrung aufgenommen werden. Es gibt zwei mögliche Auflagen bei den mit SPe8 – Gefährlich für Bienen gekennzeichneten Pflanzenschutzmitteln:

**SPe 8 – Gefährlich für Bienen:** Darf nur ausserhalb des Bienenflugs am Abend mit blühenden oder Honigtau aufweisenden Pflanzen in Kontakt kommen. Anwendung im geschlossenen Gewächshaus sind erlaubt, sofern keine Bestäuber zugegen sind.

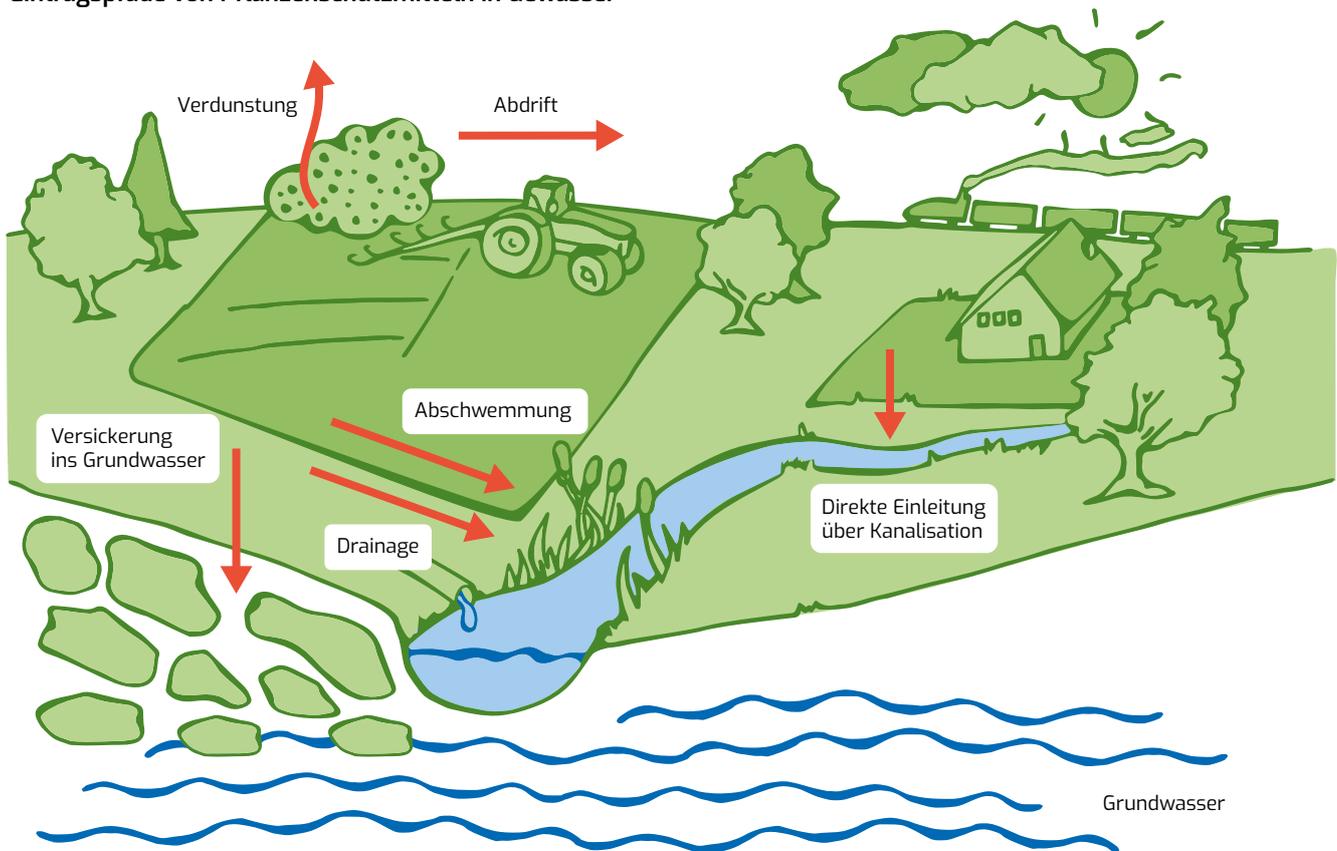
**SPe 8 – Gefährlich für Bienen:** Darf nicht mit blühenden oder Honigtau aufweisenden Pflanzen (zum Beispiel Kulturen, Einsaaten, Unkräutern) in Kontakt kommen oder nur im geschlossenen Gewächshaus eingesetzt werden, sofern keine Bestäuber zugegen sind. Blühende Einsaaten oder Unkräuter sind vor der Behandlung zu entfernen (am Vortag mähen/mulchen). Darf nicht angewendet werden, wenn sich in benachbarten Parzellen blühende Pflanzen befinden.

Vor dem Kauf bienengefährlicher Produkte sollte man überlegen, ob die angegebene Auflage eingehalten werden kann. Ist eine Behandlung attraktiver Kulturen abends nach Sonnenuntergang denkbar? Ist garantiert, dass das Produkt nicht auf blühende Pflanzen in unmittelbarer Nähe gelangt? Produkte, die nicht angewendet werden dürfen, wenn sich in der Nachbarparzelle blühende Pflanzen befinden, sind für Hausgärten nicht geeignet.

#### Weitere Empfehlungen zum Schutz der Bienen

- ▶ Verzicht auf systemisch wirkende Pflanzenschutzmittel, da diese Wirkstoffe auch in Pollen und in den Nektar behandelter Pflanzen gelangen.
- ▶ Vorsicht bei Tankmischungen: Bei der Mischung von Fungiziden und Insektiziden können synergistische

## Eintragungspfade von Pflanzenschutzmitteln in Gewässer



## Eintragungspfade von Pflanzenschutzmitteln in Gewässer und Nicht-Zielflächen

Abb. 1.24

Effekte entstehen. Das heisst, dass die Giftigkeit des Insektizids durch das Fungizid verstärkt wird. Daher nur offiziell zugelassene Mischungen ausbringen.

- ▶ Dosierung immer beachten. Auch Produkte, die nicht mit SPe 8 gekennzeichnet sind, können in hohen Konzentrationen gefährlich für Bienen sein.
- ▶ Behandlung des Buchsbaumzünslers: Die unscheinbaren, aber für Bienen sehr attraktiven Blüten werden leicht übersehen.

### Anreicherung im Boden

Im Boden können Pflanzenschutzmittelwirkstoffe im Sickerwasser gelöst oder an Bodenteilchen gebunden sein. Wie gross der gelöste und gebundene Anteil eines Wirkstoffs 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 Stoffs abgebaut ist. Da die Abbaugeschwindigkeit von Stoffen mit geringerer Konzentration abnimmt, ist schwierig abzuschätzen, wie lange es bis zum vollständigen Abbau dauert. Neben den che-

mischen Eigenschaften spielen auch Bodenbeschaffenheit, Temperatur und Feuchtigkeit eine Rolle. Bei schwer oder überhaupt nicht biologisch abbaubaren Stoffen ist immer eine maximale Menge angegeben, die pro Jahr und Fläche ausgebracht werden darf.

### Unerwünschte Auswirkungen ausserhalb der Zielflächen

Pflanzenschutzmittel können auf verschiedenen Wegen auf Nicht-Zielflächen gelangen (Abb. 1.24) und dadurch Nicht-Zielorganismen schädigen.

- ▶ **Abdrift:** Bei Spritzbehandlungen können die Tropfen vom Wind in benachbarte Landökosysteme oder Gewässer geweht werden. Die Abdrift ist von der Tropfengrösse und der Windstärke abhängig.
- ▶ **Verdunstung:** Wirkstoffe gehen vom flüssigen in den gasförmigen Zustand über. Die Verdunstung ist von den chemischen Eigenschaften des Stoffes und

der Temperatur während und nach der Anwendung abhängig. Verdunstete Wirkstoffe können über weite Strecken transportiert und wieder abgelagert werden.

- ▶ **Abschwemmung:** In den obersten Bodenschichten gebundene Wirkstoffe können bei starkem Regen mitsamt dem Bodenmaterial weggeschwemmt werden und in Oberflächengewässer gelangen. Das Abschwemmungsrisiko ist abhängig von der Neigung der behandelten Fläche, der Bodenart und der Bodenverdichtung sowie dem Bewuchs.
- ▶ **Versickerung ins Grundwasser:** Grundsätzlich findet ein grosser Teil des Abbaus von Pflanzenschutzmitteln im humusreichen Oberboden statt. Im Idealfall bauen Bodenorganismen die Wirkstoffe vollständig zu Kohlendioxid und Mineralstoffen ab. Im Boden sehr bewegliche Wirkstoffe passieren den Oberboden jedoch so schnell, dass nicht genügend Zeit für den Abbau bleibt. Solche Wirkstoffe dürfen in der Gewässerschutzzone S2 nicht ausgebracht werden. Aber auch weniger mobile Stoffe können direkt in den Unterboden gelangen: durch Makroporen im Boden (Regenwurmlöcher, Mausgänge, Kiesnester usw.). Fehlt der humusreiche Oberboden, gelangen die Pflanzenschutzmittel ungefiltert in den Unterboden und schlussendlich ins Grundwasser.
- ▶ **Direkte Einleitung (Punktquellen):** Ein grosser Teil der Pflanzenschutzmittel gelangt über die Kanalisation in die Gewässer. Gründe dafür sind die unsachgemässe Entsorgung von Brühresten oder die Reinigung der Spritzen. Nicht jeder Gully führt in die Abwasserreinigung. In der Schweiz gibt es getrennte Kanalisationen für Regenwasser und Abwasser. Regenwasserkanäle führen teilweise direkt in Gewässer. Aber auch Abwasserreinigungsanlagen können nicht alle Schadstoffe entfernen: Organische Schadstoffe bleiben oft als Mikroverunreinigungen im Wasser zurück. Allgemein stellen Pflanzenschutzmittel Kläranlagen vor grosse Herausforderungen, da deren Entfernung teuer und energieaufwendig ist.

### Pflanzenschutzmittel in Gewässern

Generell gilt: Pflanzenschutzmittel sind in Gewässern unerwünscht. Sauberes Oberflächen- und Grundwasser ist ein kostbares Gut, das Lebensraum für Wasserorganismen bietet und die Trinkwasserversorgung der Menschen sichert. Vor allem kleine Fliessgewässer sind in der Schweiz immer noch stark mit Pflanzenschutzmitteln belastet. 2017 liess das Bundesamt für Umwelt fünf kleine Fliessgewässer im Landwirtschaftsgebiet auf Pflanzenschutzmittel untersuchen. Dabei wurden 128 verschiedene Wirkstoffe gefunden, 80% der Proben er-

füllten die gesetzlichen Mindestanforderungen nicht. Pro Probe wurden 20 bis 40 verschiedene Wirkstoffe festgestellt, die sich gegenseitig in ihrer Giftigkeit verstärken können. Aufgrund der Vielzahl an Kombinationsmöglichkeiten sind solche Effekte schwer vorauszusagen. Fakt ist, dass in allen fünf untersuchten Bächen das chronische Qualitätskriterium (Grenzwert) von mindestens einem Wirkstoff überschritten wurde.

Auch das Grundwasser der Schweiz ist mit Pflanzenschutzmitteln sowie deren Abbauprodukten belastet. Eine Untersuchung im Jahr 2013 zeigte, dass hohe Konzentrationen von Wirkstoffen am häufigsten im Siedlungsgebiet gefunden wurden, während im Landwirtschaftsgebiet die Konzentrationen an Abbauprodukten am höchsten waren.

Zum Schutz von Gewässern und Landökosystemen neben den behandelten Flächen gilt grundsätzlich, dass bei der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln ein Abstand von drei Metern eingehalten werden muss. Es sollte immer vom Gewässer weg gespritzt werden, und auch die Verwendung eines Spritzschirms hilft, Abdrift zu vermeiden. Produkte mit der Kennzeichnung H410 (sehr giftig für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung) sollten nach Möglichkeit nicht verwendet werden. Bei Produkten, die ein erhöhtes Risiko zeigen, gilt es, zusätzliche Auflagen zu beachten:

- ▶ **SPe 3:** Zum Schutz von Gewässerorganismen muss das Abschwemmungsrisiko gemäss den Weisungen des BLW um (1, 2, 3 oder 4) Punkte reduziert werden.
- ▶ Zum Schutz von Gewässerorganismen vor den Folgen von Drift eine unbehandelte Pufferzone von  $X^*$  m zu Oberflächengewässern einhalten.
- ▶ Zum Schutz von Nicht-Zielarthropoden vor den Folgen von Drift eine unbehandelte Pufferzone von  $X^*$  m zu Biotopen (gemäss Art. 18a und 18b NHG) einhalten. Diese Distanz kann beim Einsatz von driftreduzierenden Massnahmen gemäss den Weisungen des BLW reduziert werden.

\* Der Abstand, der eingehalten werden muss, ist vom Produkt und von der Konzentration abhängig. Wenn ein Mittel gegen verschiedene Schädlinge in unterschiedlicher Konzentration angewendet werden muss, können auch die Abstandauflagen verschieden sein.

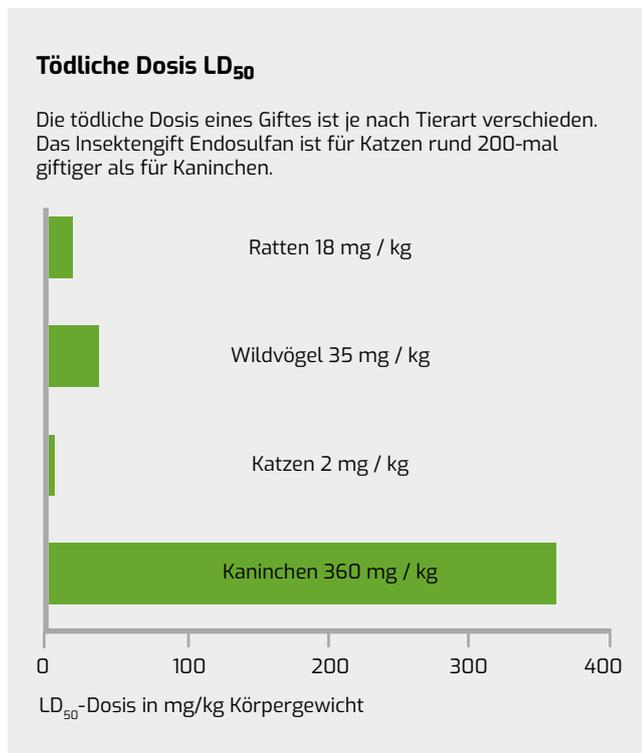
## Toxikologie

Die Toxikologie ist die Lehre von den Giften, den Vergiftungen und deren Behandlungen. Bei der Wirkung von Giften unterscheidet man zwischen akuten und chronischen Vergiftungen.

### Akute Vergiftung

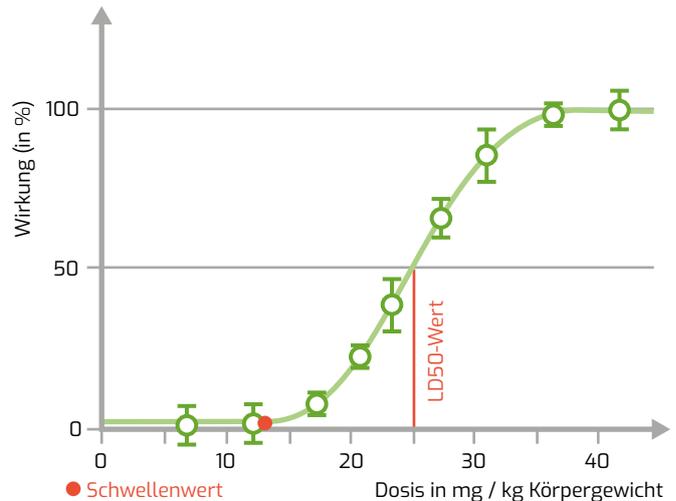
Bei einer *akuten Vergiftung* wird einmalig eine grössere Menge eines Giftstoffs aufgenommen. Als Mass für die Beurteilung dient der LD<sub>50</sub>-Wert (letale Dosis 50%). Das ist der Wert (angegeben in Milligramm pro Kilogramm Körpergewicht), bei dem 50% der Versuchstiere sterben (Abb. 1.26). Der LD<sub>50</sub>-Wert kann für verschiedene Tierarten sehr unterschiedlich sein. Endosulfan ist beispielsweise für Katzen rund 200-mal giftiger als für Kaninchen (Abb 1.25).

Auch innerhalb einer Tierart schwankt die tödliche Dosis stark. Abhängig von Faktoren wie Alter, Körpergewicht, Geschlecht und Gesundheitszustand werden die Tiere mehr oder weniger stark geschädigt.



LD<sub>50</sub>-Dosis eines Pflanzenschutzmittels für verschiedene Tierarten

Abb. 1.25



**Dosis-Wirkungs-Kurve:** In dieser Grafik ist die Dosis-Wirkungs-Kurve eines Giftstoffs dargestellt. Der Schwellenwert ist die Konzentration, bei der keine Schäden zu erwarten sind, bei LD<sub>50</sub> sterben 50% der Versuchstiere.

Abb. 1.26

### Chronische Vergiftung

Eine *chronische Vergiftung* entsteht durch die wiederholte Aufnahme kleiner Mengen eines Giftstoffs. Im Gegensatz zu den schnell sichtbaren Symptomen einer akuten Vergiftung sind die Auswirkungen einer chronischen Vergiftung schleichend. Sie können Gewicht, Verhalten, Wachstum, Fortpflanzungsfähigkeit und Entwicklung von Lebewesen beeinträchtigen.

### Ökotoxikologie

Die Ökotoxikologie befasst sich mit den Auswirkungen von Stoffen auf die belebte Umwelt. Vor der Zulassung eines Pflanzenschutzmittels wird dieses auf mögliche Umweltgefährdungen getestet. Die Giftigkeit wird in Laborversuchen an ausgewählten Tier- und Pflanzenarten untersucht, die möglichst repräsentativ für andere Arten sind. Zusätzlich wird in Modellen die zu erwartende Exposition berechnet. Dabei wird abgeschätzt, wie oft ein Pflanzenschutzmittel angewendet werden wird und wie viel davon wahrscheinlich in Gewässer und andere Ökosysteme gelangen wird. Aus der Kombination von Giftigkeit und Exposition lässt sich abschätzen, wie gross das Umweltisiko des Pflanzenschutzmittels ist. Ist es zu hoch, wird das Produkt entweder nicht zugelassen, oder es werden zusätzliche Auflagen gemacht, die das Risiko reduzieren. Bei der Schädigung von Insekten und anderen Tieren ist es wichtig, sogenannte subletale Effekte zu beachten. Auch wenn nach der Behandlung keine toten Bienen zu sehen sind, können die Tiere so geschwächt oder im Verhalten beeinträchtigt sein, dass ihr Überleben gefährdet ist.

## Humantoxikologie

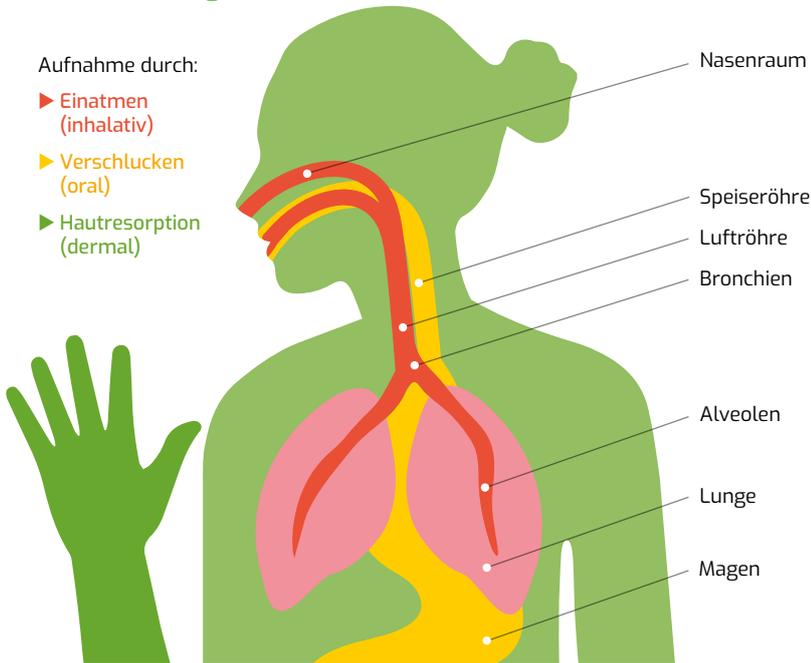


Abb. 1.27

Bei der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln können diese auf drei Wegen in den menschlichen Körper gelangen (Abb. 1.27).

- ▶ **Inhalativ:** Einatmen von Dämpfen, Gasen, Stäuben und Aerosolen
- ▶ **Oral:** Verschlucken von Flüssigkeiten und Stäuben
- ▶ **Dermal:** Aufnahme von Flüssigkeiten und Stäuben durch die Haut

Die meisten Giftstoffe werden über die Haut aufgenommen, die mit ca. zwei Quadratmetern das grösste Organ des Menschen ist. Dabei sind nicht nur Hände und Unterarme, sondern auch Nacken und Gesicht betroffen. Die Schleimhäute von Augen und Nase sind besonders durchlässig für gesundheitsschädigende Stoffe. Vor allem beim Ansetzen der Brühe ist Vorsicht geboten, da mit hoch konzentriertem Wirkstoff gearbeitet wird.

### Wirkung von Giften

- ▶ **Lokal:** Die Wirkung beschränkt sich auf den Eintrittsort am Körper. Beispiel: die Verätzung der Haut mit einer starken Säure.
- ▶ **Systemisch:** Der Giftstoff verteilt sich im Körper, Symptome treten ausserhalb des Eintrittorts auf. Beispiel: Sehstörungen nach Inhalation von Insektizidnebel.
- ▶ **Reversibel:** Die Gesundheitsbeeinträchtigung ist nicht dauerhaft, nach der Heilung bleiben keine Schäden zurück.
- ▶ **Irreversibel:** Teile des Organismus werden dauerhaft geschädigt, eine Heilung ist nicht möglich.

Bei akuten Vergiftungen treten sofort Symptome auf wie beispielsweise Müdigkeit, Kopf- und Gliederschmerzen, Empfindungsstörungen der Haut, Hautausschlag, Konzentrationsstörungen, Schwächegefühl, Kreislaufstörungen, Schwindel, Übelkeit, Erbrechen, übermässiges Schwitzen, Sehstörungen, Zittern, Schreckhaftigkeit, Krämpfe sowie in schweren Fällen Koma und Tod.

In Bezug auf chronische Vergiftungen sollte auf folgende Warnhinweise besonders geachtet werden:

- ▶ **H350: Kann Krebs erzeugen.** Wirkstoffe mit dieser Einstufung sind in der Schweiz nicht als Pflanzenschutzmittel zugelassen. Allerdings ist auch bei Produkten mit dem Hinweis H351 (Kann vermutlich Krebs erzeugen) besondere Vorsicht geboten.

- ▶ **H360: Kann die Fruchtbarkeit beeinträchtigen oder das Kind im Mutterleib schädigen.** Solche Stoffe nennt man *reproduktionstoxisch*, da sie die Fortpflanzungsfähigkeit eines Menschen beeinträchtigen können. Produkte mit dieser Kennzeichnung sind im Siedlungsgebiet grundsätzlich verboten.
- ▶ **H340: Kann genetische Defekte verursachen.** Wirkstoffe mit dieser Kennzeichnung verändern das Erbgut des Menschen. Die letzten Pflanzenschutzmittel mit dieser Kennzeichnung verloren 2018 die Zulassung.
- ▶ **H317: Kann allergische Hautreaktionen verursachen**
- ▶ **H334: Kann bei Einatmen Allergie, asthmaartige Symptome oder Atembeschwerden verursachen**

Nicht nur die Toxizität eines Stoffes beeinflusst dessen Risiko, sondern auch die Art, wie er sich im menschlichen Stoffwechsel verhält. Wird ein fester oder flüssiger Stoff verschluckt, gelangt er durch Speiseröhre und Magen in den Darm. Dort findet die Aufnahme (Resorption) von Nährstoffen, Arzneistoffen und eben auch Giftstoffen in den Blutkreislauf statt. Anschliessend werden die Stoffe metabolisiert, das heisst in körpereigene Verbindungen umgewandelt. Abfall und überflüssige Stoffe werden wieder ausgeschieden. Wie viel des aufgenommenen Giftes im Körper nachgewiesen werden kann, hängt davon ab, welcher Anteil des Stoffes im Verdauungstrakt aufgenommen wird und wie schnell diese Menge wieder ausgeschieden wird. Besonders lange bleiben fettlösliche Stoffe im Körper; sie können in Fettzellen eingelagert und so über eine lange Zeit gespeichert werden.

**Grundsätzlich gilt, dass Pflanzenschutzmittel nur dann sicher für Anwender und Anwohner sind, wenn alle angegebenen Massnahmen zum Personenschutz eingehalten werden. Kinder, ältere Menschen, kranke Menschen, schwangere Frauen und stillende Mütter sollten weder vor, während noch nach der Anwendung mit Pflanzenschutzmitteln in Kontakt kommen.**



# 2

## Gesetzliche Grundlagen

# 2. Gesetzliche Grundlagen

Der Umgang mit Pflanzenschutzmitteln wird in verschiedenen Gesetzen und Verordnungen geregelt. Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht.

Übersicht über die Gesetze zum Schutz des Menschen und der Umwelt vor gefährlichen Stoffen	
Gesetze	Beispiele von Verordnungen des Bundes
Umweltschutzgesetzgebung (USG)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung (ChemRRV)</li> <li>▶ Verordnung über Belastung des Bodens (VBBo)</li> <li>▶ Verordnung über die Fachbewilligung für die Verwendung von Pflanzenschutzmitteln in der Landwirtschaft und im Gartenbau (VFB-LG)</li> <li>▶ Freisetzungsverordnung (FrSV)</li> <li>▶ Störfallverordnung (StVF)</li> </ul>
Gewässerschutzgesetz (GSchG)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Gewässerschutzverordnung (GSchV)</li> <li>▶ Verordnung für das Inverkehrbringen von Düngern (DüV)</li> </ul>
Lebensmittelgesetz (LMG)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Lebensmittel- und Gebrauchsgegenständeverordnung (LGV)</li> </ul>
Natur- und Heimatschutzgesetz (NHG)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Verordnung über den Natur- und Heimatschutz (NHV)</li> </ul>
Landwirtschaftsgesetz (LwG)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Pflanzenschutzmittelverordnung (PSMV)</li> <li>▶ Verordnung über Pflanzenschutz (PSV)</li> <li>▶ Verordnung über die vorübergehenden Pflanzenschutzmassnahmen (VvPM)</li> </ul>
Chemikaliengesetz (ChemG)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Chemikalienverordnung (ChemV)</li> <li>▶ Biozidprodukteverordnung (VBP)</li> <li>▶ Verordnung über die Chemikalien-Ansprechperson</li> <li>▶ Fremd- und Inhaltsstoffverordnung (FIV)</li> </ul>
Zivilgesetzbuch und Obligationenrecht	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ ZGB</li> <li>▶ OR</li> </ul>
Arbeitsgesetz (ArG)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Arbeitsgesetzverordnungen (ArGV)</li> </ul>

## Pflanzenschutzmittelverordnung

Die Pflanzenschutzmittelverordnung regelt das Verfahren bei der Zulassung von Pflanzenschutzmitteln. Ein Mittel wird nur zugelassen, wenn es zahlreiche Anforderungen erfüllt und nur zugelassene Wirkstoffe enthält. Im Zulassungsverfahren können Anwendungseinschränkungen (zum Beispiel Anwendungsverbot in der Grundwasserschutzzone S2) festgelegt werden, die beim Einsatz zwingend einzuhalten sind. Diese Einschränkungen gelten auch für Parallelimporte, selbst wenn auf den Verpackungen oder Beipackzetteln davon abweichende Angaben gemacht werden. Die für die Schweiz geltenden Einschränkungen finden sich im Pflanzenschutzmittelverzeichnis des BLW ([www.psm.admin.ch](http://www.psm.admin.ch)). Neben der Wirksamkeit und der Verträglichkeit für Kulturpflanzen sind folgende Kriterien von grosser Bedeutung:

- ▶ Risiko für Wasserlebewesen
- ▶ Abbauverhalten in Gewässern
- ▶ Risiko für Grundwasser
- ▶ Auswirkungen auf Nützlinge
- ▶ Auswirkungen auf andere Lebewesen (Bodenlebewesen usw.)
- ▶ Abbau im Boden und auf Pflanzen

## Gewässerschutzgesetzgebung

Das Gesetz bezweckt, die Gewässer vor nachteiligen Einwirkungen zu schützen. Im Umgang mit Stoffen gilt im Rahmen des Vorsorgeprinzips eine allgemeine Sorgfaltspflicht.

## Grundwasserschutzzonen und Zuströmbereich

Die Kantone scheiden im öffentlichen Interesse um Grundwasserfassungen (Quellen und Brunnen) Grundwasserschutzzonen aus.

### Schutzzone S1 (Fassungsbereich)

Jegliche Tätigkeit, die nicht der Trinkwassergewinnung dient, ist verboten, also auch Beweidung, Acker-, Obst-, Garten- und Gemüsebau sowie jegliche Anwendung von Pflanzenschutzmitteln und Düngern.

### Schutzzone S2 (engere Schutzzone)

Die Anwendung bestimmter Pflanzenschutzmittel ist verboten (Negativliste). Die Anwendung flüssiger Hof- und Recyclingdünger ist grundsätzlich verboten, Mineraldünger sind erlaubt.

### Schutzzone S3 (weitere Schutzzone)

Die Anwendung einzelner Pflanzenschutzmittel ist verboten (Negativliste).

### Zuströmbereich Zu

Es gelten Anwendungseinschränkungen bis hin zum Anwendungsverbot für bestimmte Pflanzenschutzmittel oder Einschränkungen der acker- und gemüsebaulichen Produktionsflächen.

## Kennzeichnung der Produkte nach GHS

(= Globally Harmonized System)

Das **g**lobal **h**armonisierte **S**ystem der Vereinten Nationen ist ein weltweit einheitliches System zur Einstufung von Chemikalien sowie zu deren Kennzeichnung auf Verpackungen und in Sicherheitsdatenblättern:

- ▶ 9 Piktogramme zeigen die Hauptgefahren und das Gefahrenpotenzial des Stoffes.
- ▶ H-Sätze = Gefahrensätze geben Auskunft über die Risiken und Gefahren eines Produkts.
- ▶ P-Sätze = Sicherheitshinweise beschreiben, was für den sicheren Umgang mit dem Stoff zu beachten ist.
- ▶ Das Sicherheitsdatenblatt enthält ausführliche Informationen, die notwendig sind für den sicheren Umgang mit dem Produkt.

In der Schweiz galt bis Mai 2005 das in den 60er-Jahren eingeführte Giftklassensystem mit den farbigen Bändern. Danach wurde das Giftgesetz durch das Chemikaliengesetz abgelöst und ein Kennzeichnungssystem mit neuen Gefahrensymbolen eingeführt. Das waren schwarze Symbole auf orangem Grund, die auch in der EU gültig waren. Ab 2009 wurden neun neue Gefahrensymbole eingeführt, die als schwarze Symbole auf weissem Grund in roter Umrahmung dargestellt werden. Grund für die erneute Umstellung der Gefahrensymbole ist die weltweite Harmonisierung der Kennzeichnung.

Die neuen Gefahrensymbole sind quadratisch, auf einer Ecke stehend und rot umrahmt. Man unterscheidet zwischen Gesundheitsgefahren, physikalischen Gefahren und Umweltgefahren. Das Piktogramm macht nur generelle Aussagen. Zur genaueren Information sind immer die einzelnen Gefahrenhinweise (H-Sätze) und die Sicherheitshinweise (P-Sätze) zu lesen und zu beachten.

Piktogramm	Gefahrenbezeichnung	Art der Gefahr	Ergänzungen
	<b>Hochgiftig</b>	Lebensgefahr	Sehr geringe oder geringe Mengen sind tödlich oder rufen unmittelbar schwere Gesundheitsschäden hervor.
	<b>Gesundheitsschädigend</b>	Gesundheitsgefahr	Schwere chronische Gesundheitsschäden können verursacht werden, zum Beispiel Organschädigungen oder Atemwegsbeschwerden. Kann Krebs erzeugen oder das Erbgut und die Fruchtbarkeit schädigen.
	<b>Ätzend</b>	Gesundheitsgefahr	Ätzende Stoffe verursachen bleibende Schädigungen von Haut und Augen.
	<b>Vorsicht gefährlich</b>	Gesundheitsgefahr	Es können verschiedene Auswirkungen auf die Gesundheit hervorgerufen werden, zum Beispiel Hautallergien, Atemwegsreizungen.
	<b>Hochentzündlich</b>	Physikalische Gefahr	Durch eine Zündquelle können leicht Brände entstehen. Dämpfe oder Gase können sogar Explosionen verursachen.
	<b>Explosiv</b>	Physikalische Gefahr	Durch Wärme, Reibung, einen Schlag oder eine Initialzündung kann eine Explosion ausgelöst werden.
	<b>Brandfördernd</b>	Physikalische Gefahr	Ein Brand kann unterhalten werden oder neu entstehen, auch wenn kein Sauerstoff vorhanden ist.
	<b>Gas unter Druck</b>	Physikalische Gefahr	Durch verdichtete, verflüssigte oder gelöste Gase besteht Explosions- oder Berstgefahr. Gase können unbemerkt austreten.
	<b>Gewässergefährdend</b>	Umweltgefahr	Akute oder chronische Schäden an der Umwelt sind möglich, besonders wenn der Stoff ins Wasser gelangt.

## Die H- und P-Sätze

Die H- und P-Sätze sind kurze Texte mit wichtigen Sicherheitsinformationen für die Kennzeichnung von Gefahrstoffen.

**H-Sätze** (*englisch Hazard Statements*) beschreiben Gefährdungen, die von den chemischen Stoffen oder Zubereitungen ausgehen können.

Beispiele dafür:

- ▶ H301 Giftig bei Verschlucken
- ▶ H302 Gesundheitsschädlich bei Verschlucken
- ▶ H304 Kann bei Verschlucken und Eindringen in die Atemwege tödlich sein
- ▶ H310 Lebensgefahr bei Hautkontakt
- ▶ H311 Giftig bei Hautkontakt
- ▶ H312 Gesundheitsschädlich bei Hautkontakt

**P-Sätze** (*englisch Precautionary Statements*) geben Sicherheitshinweise, um Risiken und Gefahren im Umgang mit diesen chemischen Stoffen oder Zubereitungen zu vermeiden.

Beispiele dafür:

- ▶ P270 Bei Gebrauch nicht essen, trinken oder rauchen
- ▶ P271 Nur im Freien oder in gut belüfteten Räumen verwenden
- ▶ P273 Freisetzung in die Umwelt vermeiden
- ▶ P280 Schutzhandschuhe / Schutzkleidung / Augenschutz / Gesichtsschutz tragen
- ▶ P281 Vorgeschriebene persönliche Schutzausrüstung verwenden
- ▶ P284 Atemschutz tragen

## Sicherheitsdatenblatt

Das Sicherheitsdatenblatt dient dazu, Personen, die beruflich mit Stoffen oder Zubereitungen umgehen, zu befähigen, die für den Gesundheitsschutz und die Sicherheit am Arbeitsplatz sowie den Umweltschutz erforderlichen Massnahmen zu treffen. Diese Informationen umfassen auf jedem Sicherheitsdatenblatt 16 Kapitel, unter anderem über Verwendung, Anwendung, Transport, Schutzmassnahmen, Lagerung, mögliche Gefahren, Entsorgung und Umweltschutz sowie über das Verhalten bei Unglücksfällen.

## Wem muss ein Sicherheitsdatenblatt abgegeben werden?

Wer Stoffe oder Zubereitungen gewerblich an Personen abgibt, die mit ihnen beruflich oder gewerblich umgehen, muss diesen ein Sicherheitsdatenblatt zur Verfügung stellen.

Im Detailhandel müssen keine Sicherheitsdatenblätter aufliegen. Sofern aber berufliche oder gewerbliche Verwender beim Einkauf ein Sicherheitsdatenblatt verlangen (zum Beispiel als Kunden von Hobbymärkten, Selbstbedienungsgeschäften, Drogerien oder Tankstellen), muss es ihnen innert angemessener Frist ausgehändigt werden. Dazu kann der Detailhändler beispielsweise die Adresse oder die E-Mail-Adresse des Kunden notieren und die Auslieferung des Sicherheitsdatenblatts durch eine Zentrale veranlassen.

## Fachbewilligung gemäss Risiko-reduktionsverordnung

Für berufliche Anwendungen von Pflanzenschutz- und Holzschutzmitteln ist eine Fachbewilligung nötig. Eine anerkannte Ausbildung als Gärtner mit Abschluss ab dem Jahr 2003 gilt automatisch als Fachbewilligung für die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln im Gartenbau. Wer einen früheren Abschluss besitzt, muss für das Erreichen der Fachbewilligung eine Prüfung ablegen. Pro Betrieb muss mindestens eine ausgebildete Person vorhanden sein. Diese führt die Arbeiten entweder selber aus oder beaufsichtigt den Pflanzenschutzmittelanwender. Wer in dieser Funktion tätig ist, muss sich obligatorisch laufend weiterbilden, um fachlich auf dem neuesten Stand zu sein. Betriebe, die gewerblich mit gefährlichen Chemikalien oder Zubereitungen umgehen, müssen eine Chemikalien-Ansprechperson ernennen. Diese muss der kantonalen Vollzugsbehörde bekannt sein. Ausserdem muss die Behörde wissen, wer im Betrieb über eine Fachbewilligung oder Sachkenntnisse verfügt.

## Sachkenntnis

Detailhändler und Verkäufer, die beispielsweise in Gartencentern oder Gärtnereien besonders gefährliche Chemikalien über den Ladentisch verkaufen, müssen ihre Privatkunden informieren und deshalb über Sachkenntnisse verfügen. Dies ist durch eine anerkannte Berufsausbildung oder durch das Bestehen einer Prüfung sowie durch laufende spezifische Weiterbildung nachzuweisen.

## Produkte mit abgelaufener Bewilligung

Pflanzenschutzmittel, deren Bewilligung widerrufen wurde, dürfen, wenn keine weiteren Bestimmungen erlassen wurden, höchstens noch drei Jahre nach Ablauf der Frist verwendet werden.

## Wo sind Pflanzenschutzmittel generell verboten?

Alle Pflanzenschutzmittel sind verboten:

- ▶ in Naturschutzgebieten (Ausnahmen durch Schutzverordnungen möglich)
- ▶ in Riedgebieten und Mooren
- ▶ in Hecken sowie in einem 3 m breiten Streifen entlang der Bestockung (Einzelstockbehandlungen von Problempflanzen erlaubt, sofern sie nicht mit anderen Massnahmen erfolgreich bekämpft werden können)
- ▶ in Wäldern inklusive 3 m Randstreifen (Ausnahmen unter anderem für geschlagenes Holz und in Forstbaumschulen bewilligt der Kanton.)
- ▶ in Gewässern und in einem 3 m breiten Streifen entlang der Gewässer
- ▶ in der Grundwasserschutzzone S1
- ▶ auf und an Gleisanlagen in der Grundwasserschutzzone S2

Herbizide sind zusätzlich an folgenden Stellen verboten:

- ▶ auf Dächern und Terrassen
- ▶ auf Lagerplätzen
- ▶ auf und an Strassen, Wegen und Plätzen (inklusive privater Hausplätze; «an» bedeutet einen Randbereich von ca. einem halben Meter. Einzelstockbehandlungen von Problempflanzen an National- und Kantonsstrassen sind erlaubt, sofern diese nicht mit anderen Massnahmen erfolgreich bekämpft werden können.)
- ▶ auf Böschungen und Grünstreifen entlang von Strassen- und Gleisanlagen (Einzelstockbehandlungen von Problempflanzen sind erlaubt, sofern diese nicht mit anderen Massnahmen erfolgreich bekämpft werden können.)

## Anwendungsvorschriften beim Einsatz von Pflanzenschutzmitteln

Alle in der Schweiz bewilligten Pflanzenschutzmittel werden in einem Verzeichnis publiziert:

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

Nach dem neuen Chemikaliengesetz bestehen Vorschriften des Gesetzgebers für die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln. Sie werden für definierte *Anwendungsgebiete* zugelassen.

### Anwendungsgebiete

- B** Beerenbau
- F** Feldbau
- S** Forstwirtschaft
- G** Gemüsebau
- N** Nichtkulturland
- O** Obstbau
- Ö** Biodiversitätsförderfläche gemäss DZV
- W** Weinbau
- Z** Zierpflanzenbau

Das Pflanzenschutzmittelverzeichnis enthält nebst den verschiedenen Anwendungsgebieten weitere wichtige Informationen.

Es beinhaltet:

- ▶ die befallene Kultur (teilweise mit Angaben zum Standort oder zu den Orten der Behandlung)
- ▶ die Schaderreger
- ▶ die Dosierungshinweise betreffend Konzentration, Aufwandmenge und Anwendung
- ▶ die zu beachtenden Auflagen und Einschränkungen

Diese Anwendungsvorschriften müssen auch zwingend auf den Etiketten der Pflanzenschutzmittel enthalten sein. Als Beispiel im folgenden Kasten die Vorschriften für das Mittel NeemAzaI-T/S.

### Anwendungsgebiet: Gemüsebau (G)

Kultur	Schaderreger/Wirkung	Dosierungshinweise	Auflagen
Gewächshaus: Tomaten	Blattläuse	Konzentration: 0.3 %, Wartefrist: 3 Tage	2, 3, 9

### Auflagen und Bemerkungen

- 2) Im Spritztank bei laufendem Rührwerk anwenden. Bei Spritzgeräten ohne Rührwerk Brühe regelmässig schütteln / rühren.
- 3) Ansetzen der Spritzbrühe: Schutzhandschuhe tragen. Ausbringen der Spritzbrühe: Schutzhandschuhe + Schutzanzug + Visier + Kopfbedeckung tragen. Technische Schutzvorrichtungen während des Ausbringens (zum Beispiel geschlossene Traktorkabine) können die vorgeschriebene Schutzausrüstung ersetzen, wenn gewährleistet ist, dass sie einen vergleichbaren oder höheren Schutz bieten.
- 9) Bei Befall 2-3 Behandlungen im Abstand von 7-10 Tagen.

## Aktionsplan Pflanzenschutz

Der Bundesrat hat 2017 den Aktionsplan zur Risikoreduktion und nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln verabschiedet. Die Risiken für Anwender, Konsumenten und die Umwelt sollen halbiert und Alternativen zum chemischen Pflanzenschutz gefördert werden. Konkret soll in den nächsten zehn Jahren die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln mit besonderem Risikopotenzial um 30% reduziert werden. Die Emissionen sollen im selben Zeitraum um 25% zurückgehen. Um dies zu erreichen, sollen bestehende Massnahmen ausgebaut sowie neue eingeführt werden. Der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln wird dadurch laufend und intensiv überprüft, die Gesetzgebung und die Vorschriften werden angepasst und neue Einschränkungen und Richtlinien eingeführt. Das erfordert vom Anwender dieser Produkte eine fortwährende Weiterbildung.

## Auflagen zum Schutz der Oberflächengewässer

Pflanzenschutzmittel können Gewässerorganismen schädigen. Die Auflagen zum Schutz der Oberflächengewässer (Spe 3-Sätze) sind auf der Produktetikette und im Pflanzenschutzmittelverzeichnis des BLW vermerkt und werden in den «Weisungen betreffend der Massnahmen zur Reduktion der Risiken bei der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln» erklärt. Diese Auflagen beziehen sich entweder auf das Risiko über die Drift oder auf das Risiko über die Abschwemmung. Anwendungen in einem geschlossenen Gewächshaus sind von den Auflagen ausgenommen.

**Drift:** Für den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln müssen minimale Abstände zu Gewässern und Biotopen eingehalten werden. Sie sind abhängig vom Produkt, von der behandelten Kultur und der Aufwandmenge des Produkts. Die geforderten Abstände zum Schutz vor den Folgen von Drift können mit den in den Weisungen genannten Massnahmen reduziert werden. Ein Mindestabstand von 3 Metern zu Oberflächengewässern darf nie unterschritten werden, dies gilt auch für Produkte ohne entsprechende Auflage.

**Abschwemmung:** Bei Pflanzenschutzmitteln, die über die Abschwemmung ein Risiko für Wasserorganismen darstellen, müssen auf Flächen, die weniger als 100 m von einem Oberflächengewässer entfernt sind, Massnahmen zur Reduktion der Abschwemmung getroffen werden. Die möglichen Massnahmen sind in den Weisungen erklärt.

## Verbote zum Einsatz von gewissen Pflanzenschutzmitteln in Siedlungsgebieten

Auf Flächen in Siedlungsgebieten grundsätzlich untersagt sind:

- ▶ Produkte mit dem Piktogramm «Akute Toxizität» in Kombination mit folgenden H-Sätzen:
  - H300 Lebensgefahr beim Verschlucken;
  - H301 giftig beim Verschlucken;
  - H310 Lebensgefahr bei Hautkontakt;
  - H311 giftig bei Hautkontakt;
  - H330 Lebensgefahr beim Einatmen;
  - H331 giftig beim Einatmen
- ▶ Produkte mit dem Piktogramm «Gesundheitsgefahr» in Kombination mit den H-Sätzen:
  - H340 Kann genetische Defekte verursachen;
  - H350 Kann Krebs erzeugen;
  - H360 Kann die Fruchtbarkeit beeinträchtigen oder das Kind im Mutterleib schädigen;
  - H370 Schädigt die Organe;
  - H372 Schädigt die Organe bei längerer oder wiederholter Exposition
- ▶ alle als explosiv gekennzeichneten Stoffe

Betroffen davon sind Parkanlagen, Sport- und Freizeitanlagen, Spielplätze, Privatgärten sowie Flächen in unmittelbarer Nähe von Gesundheitseinrichtungen. Das Verbot gilt nicht für die Verwendung auf landwirtschaftlichen Produktionsflächen in Siedlungsgebieten. Zudem können die zuständigen kantonalen Behörden Abweichungen von den Bestimmungen bewilligen, wenn beispielsweise bei einem Quarantäneorganismus keine anderen Bekämpfungsmöglichkeiten bestehen.

## Zivilgesetzbuch und Obligationenrecht

Auch das Schweizerische Zivilgesetzbuch (ZGB) und das Obligationenrecht (OR) haben einiges zum Einsatz von gefährlichen Stoffen zu sagen. Zentral ist Artikel 684 ZGB zum Nachbarrecht: Nachbarn 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 Pflanzenschutzmittel auf andere Grundstücke gelangen und Schaden anrichten, ist der Verursacher zu Schadenersatz verpflichtet.



# 3

## Allgemeine Überlegungen zum Pflanzenschutz

# 3. Allgemeine Überlegungen zum Pflanzenschutz

## Vorbeugende Massnahmen zur Vermeidung von Schädlings- und Krankheitsbefall

Vorbeugende Massnahmen – auch indirekter Pflanzenschutz genannt – bilden die Grundlage für einen effizienten und umweltfreundlichen Umgang mit Pflanzenkrankheiten und Parasiten.

## Integrierter Pflanzenschutz

Der integrierte Pflanzenschutz umfasst eine optimale Kombination von Verfahren, bei denen biologische, biotechnische, pflanzenzüchterische sowie anbau- und kulturtechnische Massnahmen helfen, die Anwendung von chemischen Pflanzenschutzmitteln auf ein minimales Mass zu beschränken. Der integrierte Pflanzenschutz beginnt bereits bei der Auswahl des für die Kulturpflanze geeigneten Standorts, der optimalen Bodenbearbeitung, des geeigneten Saat- bzw. Pflanztermins, der Verwendung von gesunden Jungpflanzen und gesundem Saatgut sowie der Auswahl von widerstandsfähigen Sorten. Geachtet wird weiter auf eine ausgewogene Düngung sowie eine möglichst vielseitige Fruchtfolge. Gezielte chemische Pflanzenschutzmassnahmen sollten nach Möglichkeit unter Beachtung entsprechender Schadschwellen oder Prognoseverfahren durchgeführt werden.

## Vorgehen beim integrierten Pflanzenschutz

Wenn immer machbar werden Pflanzen angebaut, die der Umgebung angepasst sind und Resistenzen gegenüber möglichst vielen Krankheiten und Schädlingen aufweisen. Das Ziel der Kulturarbeiten ist neben dem optimalen Wuchs die Förderung der Gesundheit der Pflanzen. Durch Schonung und Förderung natürlicher Gegenspieler wird versucht, die Schädlinge unter der Schadschwelle zu halten. Mit Pflanzenstärkungsmitteln

und Antagonisten, also natürlichen Gegenspielern von Krankheitserregern, werden Krankheiten verhindert oder auf einem tiefen Niveau gehalten.

Kommt es trotzdem zu einem Krankheits- oder Schädlingsbefall, werden als Erstes die Methoden des biologischen Pflanzenschutzes genutzt. Sind diese nicht ausreichend, wird die Kultur mit einem gezielten Einsatz von chemischen Pflanzenschutzmitteln behandelt. Dabei gilt:

- ▶ Nützlingsschonende Pflanzenschutzmittel werden den anderen vorgezogen.
- ▶ Chemische Mittel werden sehr gezielt und nur dann eingesetzt, wenn keine Alternativmethode zur Verfügung steht.



**Kompost- und Laubhaufen bieten vielen Vögeln, Reptilien und Insekten Verstecke sowie Lebensgrundlage.**

Abb. 3.1

## Hinweis

Indirekter oder vorbeugender Pflanzenschutz hat für Gartenbaufachkräfte viel mit Pflanzenkenntnis und mit der Beratung der Endverbraucher zu tun. Gartenfachleute sind aufgefordert, ihr Wissen für einen vernünftigen Pflanzenschutz einzusetzen.

#### Standort und Pflanzenauswahl

Jede Pflanze befindet sich in der Natur in einer ihr entsprechenden Umgebung. Klima und Bodenverhältnisse (Standortfaktoren) bestimmen weitgehend den optimalen Standort einer Pflanze. Hinzu kommen die Umweltfaktoren wie Wind, Kälte, Hitze, Regen, Schnee und Abgase.

Es empfiehlt sich, für Neuanlagen nur solche Pflanzen auszuwählen, die an das Klima und die lokalen Verhältnisse angepasst sind. Oft sind dies Pflanzen, die in ihrer angestammten Umgebung ähnliche Lebensbedingungen vorfinden.

Neben dem Standort ist bei der Pflanzenauswahl auf Resistenzen zu achten. Gerade im Privatgarten können dadurch spätere Pflanzenschutzmassnahmen verhindert werden. Beispiele dafür sind:

- ▶ gegen Falschen Mehltau resistenter Kopfsalat
- ▶ gegen Birnengitterrost resistenter Wachholder
- ▶ gegen Blattflecken resistente Phloxsorten
- ▶ gegen Pilzkrankheiten robuste Rosensorten

Dies verlangt von den Gartenfachleuten gute Kenntnisse über die Heimat, die Lebensbedingungen und die Eigenschaften der Pflanzen.

#### Kultur- und Pflegemassnahmen

Durch Kultur- und Pflegemassnahmen verschafft der Gärtner den Pflanzen möglichst optimale Bedingungen für das Wachstum. Dabei müssen im produzierenden Gartenbau folgende Faktoren beachtet werden:

- ▶ Klimabedingungen wie Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Lichtverhältnisse
- ▶ Eignung des Substrats (Struktur, pH-Wert usw.)
- ▶ Dünger (Zusammensetzung, Menge)
- ▶ Art der Kulturmassnahmen und richtiger Zeitpunkt dafür (Stutzen, Pflegeschnitt, Rücken usw.)
- ▶ Einhalten von Hygienemassnahmen

Im Gartenbau ist die Vorbereitung der Pflanzfläche von grösster Bedeutung. Verdichtungen sind zu vermeiden; zudem sollte mit einer angepassten Düngung für einen optimalen Start gesorgt werden. Unkräuter lassen sich mit einer Mulchschicht verhindern. Später müssen mittels angepasster Pflegemassnahmen und geeigneter Düngung möglichst optimale Verhältnisse für die Pflanzen geschaffen werden.

#### Pflanzenstärkungsmittel

Vermehrt eingesetzt werden in der Pflanzenproduktion und im Gartenunterhalt Pflanzenstärkungsmittel, die die Widerstandskraft und die Vitalität der Pflanze stärken, ohne die Pflanzenkrankheiten und Parasiten direkt zu bekämpfen.

#### Pflanzenimport

Beim Import von Pflanzen sind die Vorschriften einzuhalten. Dies ist die Voraussetzung dafür, dass keine gebietsfremden Schaderreger eingeschleppt werden und dass die heimische Biodiversität geschützt wird. Gewisse Pflanzen unterstehen zudem den Bestimmungen des internationalen Vertrags über pflanzengenetische Ressourcen für Ernährung und Landwirtschaft (ITPGR-FA) oder des Washingtoner Artenschutz-Übereinkommens (CITES) und müssen bei der Einfuhr von einem Materialtransferabkommen oder CITES-Zeugnis begleitet sein.

#### Pflanzenpasspflicht

Die Pflanzenpasspflicht gilt ab 2020 für sämtliche zum Anpflanzen bestimmten Pflanzen und Pflanzenteile. Der Pflanzenpass ist eine Etikette mit vorgegebenem, einheitlichem Inhalt, die von den dafür zugelassenen Betrieben an jeder Handelseinheit angebracht werden muss. Die im Rahmen des Pflanzenpasses zugelassenen Betriebe werden periodisch von EPSD-Inspektoren kontrolliert. Sie müssen unter anderem regelmässig den Gesundheitszustand ihrer Waren prüfen und Buch führen sowie über die notwendigen Kenntnisse verfügen, um Anzeichen und Symptome von besonders gefährlichen Schadorganismen zu erkennen.

#### Befallskontrolle und Schadschwelle

Beim integrierten Pflanzenschutz ist oft die Rede von der Schadschwelle. Gemeint ist damit die Anzahl Schädlinge oder das Ausmass eines Schadens durch Krankheitserreger oder Unkräuter, bei denen die Kosten für die Bekämpfung gleich hoch sind wie der zu erwartende Schaden. Anders ausgedrückt: Unterhalb der Schadschwelle ist der finanzielle Schaden, den ein Parasit anrichtet, kleiner als der Aufwand für die Bekämpfungsmassnahmen. Es wird auch von der ökonomischen oder wirtschaftlichen Schadschwelle (WSS) gesprochen. Die Schadschwelle ist je nach Kultur, Schädling, Zeitpunkt und Standort unterschiedlich. Wegen dieser Kom-

plexität bestehen für Zierpflanzen – anders als in der Landwirtschaft – keine allgemein verbindlichen und verlässlichen Schadschwellen.

#### Den richtigen Zeitpunkt für die Bekämpfung erkennen

Zu beachten ist, dass der Zeitpunkt der Überschreitung der Schadschwelle bei vielen Parasiten nicht genau dem optimalen Zeitpunkt für die Bekämpfungsmassnahmen entspricht. Die *Bekämpfungsschwelle* liegt oft unterhalb der wirtschaftlichen Schadschwelle. Das leuchtet ein, vergeht doch eine gewisse Zeit vom Einsatz eines Pflanzenschutzmittels oder Nützlings bis zur Wirkung auf einen Schadenerreger.

#### Befallskontrollen mit Farbtafeln und Fallen

Die wichtigste Voraussetzung, um die Bekämpfungsschwelle erkennen zu können, ist eine effiziente Befallskontrolle. Neben der täglichen visuellen Kontrolle sind Farbtafeln gute Hilfen für den Gärtner. Beileimte gelbe Fallen lassen sich für die Überwachung von Minierfliegen, geflügelten Blattläusen, Trauermücken und Weissen Fliegen einsetzen, die Blaufallen eignen sich für die Kontrolle von Thripsen. Mit Fallen, die mit Köderflüssigkeiten oder Lockstoffen wie zum Beispiel Pheromonen versehen sind, werden Wanzen, Kirschessigfliegen sowie verschiedene Wickler-Arten gefangen.

Diese Fallen zeigen:

- ▶ Erstes Auftreten des Schädlings (zum Beispiel im Winter oder Frühling) und damit den Zeitpunkt für ersten Bekämpfungsmassnahmen
- ▶ Höhe der Population während der Kultur und somit Zeitpunkt für Bekämpfungsmassnahmen
- ▶ Wirkung nach einer chemischen oder biologischen Bekämpfungsmassnahme

#### Praxistipp

In Gärten oder Kulturen können Kirschessigfliegen in Fallen mit einer Mischung von je  $\frac{1}{3}$  Wasser, Essig und Wein vor dem Reifen der Früchte gefangen werden. Diese Fallen kann man aus Pet-Flaschen auch selber herstellen. Vorzugsweise werden dazu Halbliter-Eistee-Flaschen verwendet. Diese sind nicht zu gross und haben eine genügend weite Öffnung, die beim Leeren nicht verstopft. Es sind maximal 0.8 mm grosse Löcher in die Pet-Flasche zu bohren, damit nicht zu viele andere Insekten gefangen werden.

## Chemischer Pflanzenschutz

Die Entwicklung des chemischen Pflanzenschutzes im Gartenbau ist eng verbunden mit derjenigen in der Landwirtschaft. Infolge des Zwangs zur Produktivitätssteigerung intensivierte sich Mitte des letzten Jahrhunderts der Pflanzenschutz sehr stark. In den 70er- bis 80er-Jahren befand er sich auf dem Höhepunkt seiner Akzeptanz. Dann machten sich verschiedene negative Folgen des unbeschränkten Einsatzes von Chemikalien bemerkbar, zum Beispiel Resistenzen, Giftunfälle, Umweltbelastungen des Bodens und des Wassers, Belastung von Lebensmitteln.

Der Ruf nach einem ganzheitlichen Denken bei der Produktion von Erntegütern in der Landwirtschaft, beim Gemüsebau und bei gartenbaulichen Erzeugnissen führte zurück zu einer Ökonomie mit mehr Ökologie. Das Umdenken hat nicht nur bei Produzenten, Handelsunternehmen und Endverbrauchern Einzug gehalten, sondern auch in der Forschung und der chemischen Industrie. Es wird von biologischen Produkten, umweltfreundlicher Produktion, Biodiversitätsförderflächen und von Lebensmitteln mit einem hohen inneren Wert gesprochen.

## Biologischer Pflanzenschutz

Beim biologischen Pflanzenschutz wird unterschieden zwischen dem aktiven Einsatz von biologischen Massnahmen und der Förderung von natürlich vorhandenen Nützlingen. In der Natur stellt sich ein Gleichgewicht zwischen den verschiedenen Standortfaktoren ein. Durch Veränderung der natürlichen Umgebung – durch den Menschen oder zum Beispiel von einem Unwetter verursacht – verschiebt sich dieses Gleichgewicht. Wenn dann die natürlichen Feinde und/oder der Konkurrenzdruck fehlen, können sich gewisse Organismen unter Umständen ungehemmt vermehren und Schäden an Kultur- und Zierpflanzen anrichten. Durch gezieltes Fördern von Nützlingen lässt sich die Ausbreitung der Schädlinge begrenzen.

Neben dem Fördern von vorhandenen Nützlingen ist es auch möglich, insbesondere in Gewächshäusern, verschiedene Nützlinge aktiv einzusetzen. Dafür werden natürlich vorkommende Gegenspieler der Schädlinge, sogenannte Antagonisten, in grossen Mengen freigelassen.

Eine weitere Art des biologischen Pflanzenschutzes sind die mechanischen Methoden. Dabei wird einerseits mit geeigneten Hilfsmitteln eine Zuwanderung der Schädlinge verhindert, andererseits werden die Schädlinge mechanisch getötet. Beispiele dafür sind Mäusefallen, Schutznetze gegen diverse Gemüseschädlinge und Schneckenzäune.

## Vor- und Nachteile des biologischen Pflanzenschutzes

### Vorteile

- ▶ In der Regel geringere Belastung der Umwelt durch chemische Rückstände
- ▶ Anwender kommen weniger mit Giften in Kontakt.
- ▶ Kulturarbeiten können während des Nützlichseinsatzes weitergeführt werden.
- ▶ Resistenzen treten weniger häufig auf.
- ▶ Keine pflanzenschädigende Wirkung beim Nützlichseinsatz
- ▶ Weniger Rückstände in den Pflanzen und in der Umwelt
- ▶ In der Regel Schonung der natürlichen Nützlinge
- ▶ Imagefördernd
- ▶ Oft selektive Wirkung auf einen einzigen Schädling

### Nachteile

- ▶ Genaue Kenntnisse über Schädlinge und Nützlinge sind notwendig.
- ▶ Intensivere Kontrollen der Kulturen auf Befall erforderlich
- ▶ Höherer Arbeitsaufwand für Überwachung und Ausbringung
- ▶ Die 100-prozentige Ausrottung eines Schädlings ist oft nicht möglich.
- ▶ Nicht jeder Parasit lässt sich damit bekämpfen.
- ▶ Mögliche Auswirkungen auf die heimische Biodiversität beim Einsatz von gebietsfremden Organismen

Bekannt ist auch die biotechnische Schädlingsbekämpfung. Sie arbeitet einerseits mit physikalischen Reizen (akustischen und optischen), die das Verhalten der Schaderreger stören, und andererseits mit dem Einsatz von (bio-)chemischen Stoffen, die bei den Schädlingen bestimmte Reaktionen und Reize auslösen. Ein typisches Beispiel sind die Sexualduftstoffe (Pheromone), die für die Befallskontrolle mittels Pheromonfallen oder bei der Verwirrungstechnik eingesetzt werden (siehe Kapitel 4, Seite 60).

## Förderung von Nützlingen im Privatgarten

Die einfachste Art, den Schädlingen im Privatgarten vorzubeugen, ist die Förderung von Nützlingen. Landschaftsgärtner und Hauswarte sind oft damit konfrontiert, dass ihre Auftraggeber einen perfekt gepflegten Garten haben möchten, was der Förderung von Nützlingen widerspricht. Nützlinge brauchen Unterschlüpfe, um sich zu verstecken, und natürliche Nahrungsquellen. Sind viele verschiedene Lebewesen in einem Garten vorhanden, kann sich ein Schädling nicht ungehemmt ausbreiten und bleibt unter einer vertretbaren Schadschwelle. Die gezielte Förderung eines einzelnen Nützlings ist schwierig und für das Gleichgewicht in einem Garten kaum förderlich. Das Ziel muss sein, verschiedensten Arten eine Lebensgrundlage zu bieten. Dazu müssen Landschaftsgärtner einige Grundsätze beachten:

### Möglichst keine Pflanzenschutzmittel

Werden Schädlinge mit Pflanzenschutzmitteln bekämpft, trifft diese Behandlung oft auch viele Nützlinge. Einerseits werden sie getötet, andererseits werden überlebende oder neu zugewanderte Nützlinge ihrer Nahrung beraubt. Daher sollte in der Gartenpflege weitgehend auf Pflanzenschutzmittel verzichtet werden.

### Erhalten und Anlegen von nützlingsfördernden Lebensräumen

Insekten, Säugetiere und Vögel brauchen einen Unterschlupf, in dem sie sich vor Feinden verstecken können.

### Einheimische Pflanzen statt exotische Gewächse

Einheimische Pflanzen sind die Nahrungsgrundlage für verschiedene einheimische Insekten und Vögel.

#### **Blätter- und Komposthaufen**

Blätter- und Komposthaufen sind die Lebensgrundlage vieler Insekten. Sie sollten möglichst lange liegen bleiben.

#### **Fördern von Blindschleichen, Eidechsen und Kröten**

Die Nahrung dieser Tiere besteht vor allem aus Insekten, Nacktschnecken und Würmern. Gartenbesitzer können sie fördern, indem sie ihnen Unterschlupfmöglichkeiten schaffen (zum Beispiel Reisig- oder Laubhaufen) und diese vor Katzen schützen. Zudem sollten keine Schlegelmäher eingesetzt werden.

# 4

## Schädlinge und Krankheiten im Gartenbau

# 4. Schädlinge und Krankheiten im Gartenbau

## Tierische Schaderreger

Auf den folgenden Seiten wird eine Auswahl an Schädlingen vorgestellt. Es handelt sich um einen Überblick über die im Garten- und Zierpflanzenbau wichtigsten tierischen Schädlinge; die Liste liesse sich mit vielen weiteren ergänzen. Doch das würde den Umfang dieses Leitfadens sprengen, zudem steht genügend Fachliteratur zur Verfügung.

## Insekten: Bau und Entwicklung

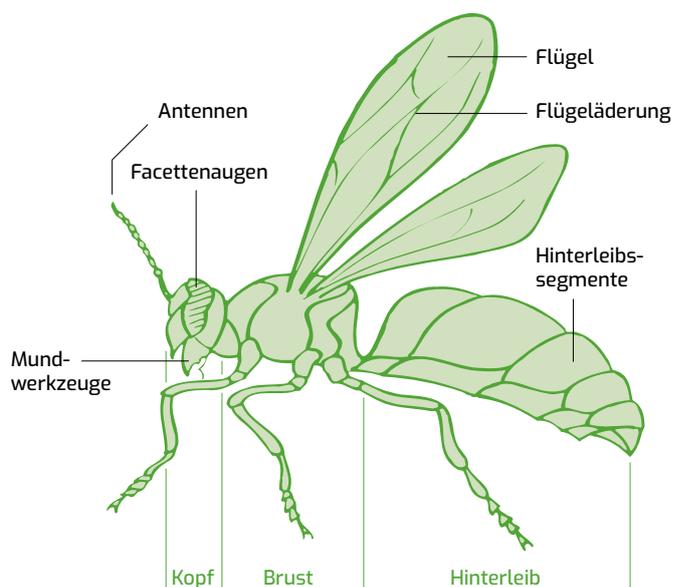
Insekten bilden die bei Weitem artenreichste Tierklasse. Auch heute sind längst nicht alle Arten bekannt, geschweige denn beschrieben. Man schätzt die Artenzahl auf weit über eine Million. Es ist deshalb nicht verwunderlich, dass die allermeisten Schädlinge dieser Tierklasse angehören.

Insekten können sich sehr rasch vermehren und dadurch plötzlich in Massen auftreten. Diese Massenvermehrung ist aber stark vom Klima, vom Nahrungsangebot und auch von den natürlichen Gegenspielern abhängig. Insektenpopulationen reagieren sehr empfindlich auf Störfaktoren, die ökologische Gleichgewichte ungünstig beeinflussen. Unkontrollierbare Masseninvasionen von Schadinsekten treten auf, wenn das ökologische Gleichgewicht durch klimatische oder menschliche Einflüsse gestört wird (zum Beispiel durch Trockenperioden, Monokulturen oder Vernichtung der natürlichen Gegenspieler mit Insektiziden).

### Bau der Insekten

Ähnlich wie andere Gliederfüssler (zum Beispiel Krebstiere) haben die Insekten ein relativ hartes, wenig dehnbares Aussenskelett aus Chitin. Für ein Wachstum oder eine Änderung der Körpergestalt braucht es deshalb immer eine Häutung. Der Körper der erwachsenen Insekten (Imago, Mehrzahl: Imagines) gliedert sich stets in drei Abschnitte:

- ▶ Kopf (Caput)
- ▶ Brust (Thorax)
- ▶ Hinterleib (Abdomen)



Typischer Insektenbauplan

Abb. 4.1

Der **Kopf** trägt meist zwei grosse Komplexaugen (**Facettenaugen**) und oft ausgeprägte, zum Teil hochspezialisierte Mundwerkzeuge, die zur Nahrungsaufnahme dienen. Die **Antennen** sitzen auf der Stirn und sind Träger zahlreicher Sinnesorgane (Tastsinn und chemischer Sinn). Sie helfen bei der Nahrungssuche und bei der Orientierung.

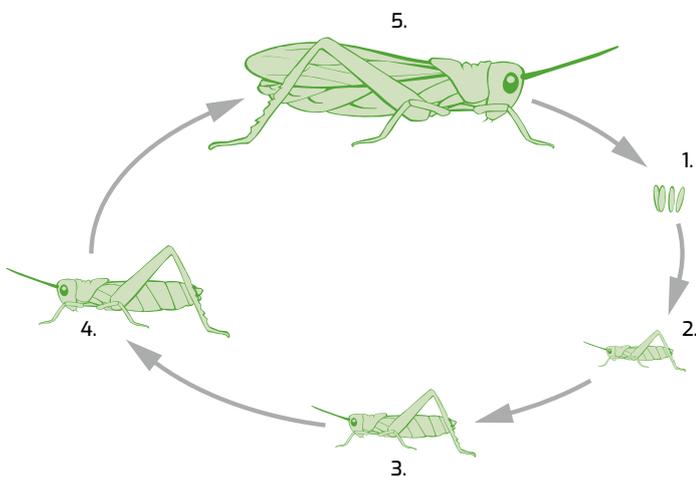
Der **Brustteil** trägt beim erwachsenen Insekt drei **Beinpaare** und meist ein oder zwei **Flügelpaare**. Die Vorderflügel sind bei den Käfern zu harten, oft schillernd farbigen Schutzpanzern umgestaltet und bedecken die zarten Hinterflügel. Bei den echten Fliegen sind die Hinterflügel reduziert und in kleine, keulenförmige Schwingkölbchen (Halteren) umgebildet. Die Flügel einiger Insektengruppen sind mit Schuppen (Schmetterlinge) oder Haaren bedeckt.

Der **Hinterleib** ist meist sichtbar segmentiert und in sich beweglich, da die einzelnen Segmente durch dünne Häutchen verbunden sind.

### Entwicklung der Insekten

Die Entwicklung praktisch aller Insekten beginnt mit dem *Ei*. Aus den sehr unterschiedlich gefärbten und geformten Eiern schlüpfen die *Larven* bzw. *Nymphen*. Sie müssen sich im Verlauf ihrer Entwicklung mehrmals häuten, da sie ein festes, nur beschränkt dehnbares Aussenskelett besitzen. Nach der Häutung ist die neue Körperhülle weich und verletzlich. Bis zu ihrer Erhärtung verbergen sich daher viele Arten. Die Zahl dieser Häutungen ist bei den verschiedenen Insektenarten sehr unterschiedlich. Einige Insekten häuten sich bis zu vierzigmal, 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 Verwandlung:** Die Jungstadien ähneln den Adulttieren (Imagines), leben oft am gleichen Ort und haben die gleiche Ernährungsweise. Mit jeder Häutung wird die Ähnlichkeit grösser. Eine kontinuierliche Veränderung führt zum geschlechtsreifen Insekt. Die verschiedenen Entwicklungsstadien werden Nymphen genannt. Thripse, Blattläuse und Wanzen sind Beispiele für Insekten mit unvollständiger Verwandlung.

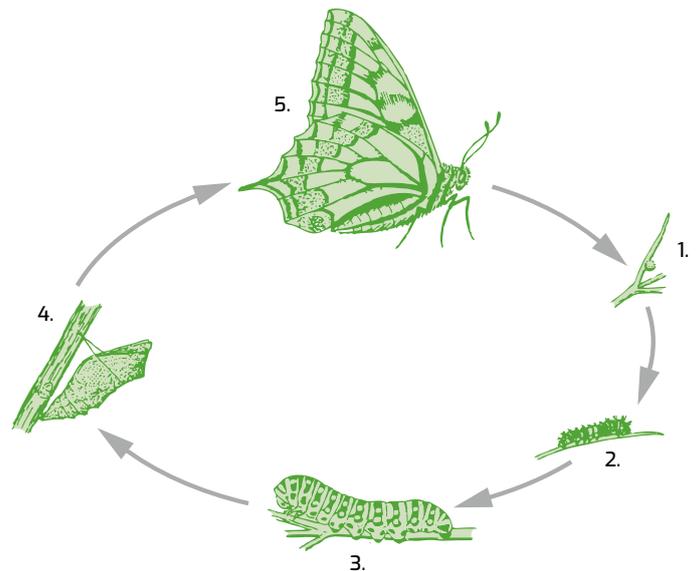


### Unvollständige Verwandlung der Heuschrecke

Abb. 4.2

1. Eier
2. Erstes Nymphenstadium
- 3./4. Weitere Nymphenstadien
5. Flugfähiges Adulttier

**Vollständige Verwandlung:** Bei Schmetterlingen, Käfern, Fliegen und einigen anderen Insektengruppen ähneln die Entwicklungsstadien (Larven) den erwachsenen Insekten gar nicht. Diese Larven besitzen weder Flügelanlagen noch ähnliche Mundwerkzeuge. Oft haben sie eine völlig andere Lebens- und Ernährungsweise. Mit jeder Häutung entstehen lediglich grössere Larven. Ist die volle Grösse erreicht, kommt nach der letzten Häutung die Puppe zum Vorschein. Was 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 andersgestaltigen Insekts. Nach der wenige Tage bis Monate dauernden Umwandlung schlüpft das erwachsene Insekt aus der Puppe.



### Vollständige Verwandlung des Schwalbenschwanzes

Abb. 4.3

1. Ei
2. Junge Raupe
3. Ausgewachsene Raupe
4. Puppe
5. Schmetterling

### 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. Zahlreiche Insekten überwintern als Ei, Larve oder Puppe, andere als Adulttier. Manche Insektenarten entwickeln in der warmen Jahreszeit mehrere Generationen. Witterungsverhältnisse und Nahrungsangebot spielen dabei eine wichtige Rolle.

## Pflanzenschädigende Insekten

### Thripse (Blasenfüsse)

Thripse zählen zur Gattung der Fransenflügler und gehören zu den Insekten mit einer unvollständigen Metamorphose. In unseren Breitengraden sind mehrere Arten als Schaderreger bekannt:

- ▶ *Frankliniella occidentalis*, Kalifornischer Blüenthrips
- ▶ *Thrips tabaci*, *Thrips fuscipennis*, *Thrips palmi*
- ▶ Weitere Arten, vor allem in der Landwirtschaft (zum Beispiel Getreidethrips)

Die Thripsarten zu unterscheiden ist äusserst schwierig und meist nur unter einer 50- bis 100-fachen Vergrößerung möglich.



Jung- und Adulttier eines Thrips

Abb. 4.4

#### Biologie von *Thrips tabaci*

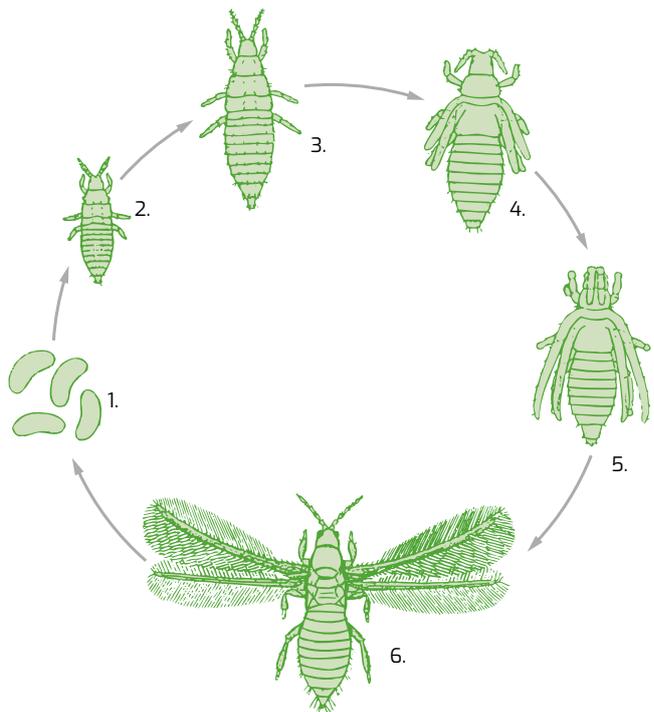
*Thrips tabaci* sind 1 bis 2 mm lang, schmal, flach, cremegleich bis hellbraun gefärbt. Die Flügel sind breit, gefranst mit quer laufenden, dunklen Bändern. Thripse haben sechs Beine mit Haftblasen. Das Mundwerkzeug ist stechend-saugend. Thripse halten sich vorwiegend auf der Blattunterseite auf. Die Saugschäden sind aber auf Blattunter- und -oberseiten sowie auf Blüten zu finden. Ausgewachsene Thripse sind sehr beweglich und können kurze Strecken fliegen (ca. 1 bis 4 m). Die Larvenstadien sind träge und gruppenweise auf der Blattunterseite anzutreffen. Die ersten zwei Nymphenstadien saugen aktiv an Pflanzenteilen, die zwei letzten halten sich inaktiv auf oder im Boden auf. Nach einem starken Befall können beide Blattspreiten silbrig glänzende Flächen aufweisen. Verschiedene Thripsarten sind gefährliche Überträger von pflanzenschädigenden Viren

(zum Beispiel Tomatenbronzeleckenvirus). Die Lebensdauer der adulten Insekten beträgt mehrere Wochen bis mehrere Monate (inklusive Überwinterung). Ein Weibchen legt ca. 20 bis 40 Eier in junge Blätter, Blüten oder ins Fruchtgewebe. Die Entwicklungsdauer wird von der Temperatur und der Luftfeuchtigkeit beeinflusst, sie beträgt:

- ▶ bei 15 °C ca. 44 Tage
- ▶ bei 20 °C ca. 22 Tage
- ▶ bei 25 °C ca. 16 Tage

#### Bekämpfung der Thripse

Thripse treten insbesondere im Gemüse-, Obst-, Wein- und Zierpflanzenbau als Schädlinge auf. In Privatgärten und im Feldbau (Getreide) spielen sie eine untergeordnete Rolle. In der Zierpflanzenproduktion können sie jedoch grosse Schäden verursachen. Wichtig ist die Überwachung der Kulturen auf Thripsbefall. Gute Dienste leisten dabei Blautafeln oder blühende Kontrollpflanzen in den Kulturen.



#### Der Lebenszyklus des Thrips (*tabaci*)

Abb. 4.5

1. Eier
2. Erstes Nymphenstadium
3. Zweites Nymphenstadium
4. Nymphenstadium (Vorpuppe)
5. Nymphenstadium (Puppe)
6. Vollinsekt (Imago)

**Chemische Bekämpfung:** Für den Einsatz gegen Thripse eignen sich verschiedene chemische Wirkstoffe. Damit sich keine Resistenzen bilden, sollte die Wirkstoffgruppe regelmässig gewechselt werden. Um alle Thripse mit der Spritzbrühe zu erreichen, sind hohe Brühemengen nötig. Da sich die Thripse je nach Entwicklungsstadium unterschiedlich gut eliminieren lassen, müssen die Spritzungen in kurzen Intervallen wiederholt werden. Der beste Behandlungszeitpunkt ist bei warmen und hellen Bedingungen, weil dann die Thripse am aktivsten sind.

**Nützlinge:** *Amblyseius cucumeris*, *Hypoaspis miles/ aculeifer* (Teilwirkung), *Orius majusculus*

Die genannten Nützlinge müssen schon vorbeugend oder bei leichtem Befallsdruck eingesetzt werden. Besonders die *Amblyseius*-Arten müssen in regelmässigen Abständen ausgesetzt werden. Hohe Thripspopulationen lassen sich aber selten allein durch den Einsatz von Nützlingen reduzieren. Kritisch sind vor allem Phasen im Hochsommer, wenn grosse Mengen an Thripsen aus Nachbarkulturen (Getreide, Mais) zufliegen.

**Biologische Pflanzenschutzmittel:** Azadirachtin (NeemAzal-T/S), Spinosad (Audiencz), Pyrethrin (Parexan N, Pyrethrum FS)

Spinosad und – mit etwas geringerer Wirkung – Pyrethrum eignen sich zur Behandlung hoher Thripspopulationen, sind jedoch nur bedingt mit den Nützlingen kompatibel. Der Wirkstoff Azadirachtin hat eine verzögerte Wirkungsweise, kann jedoch bei geringem Befallsdruck zusammen mit den Nützlingen verwendet werden.



Nützlings-Flash

***Amblyseius cucumeris***  
Ausgewachsene Raubmilbe

**Merkmale**

- ▶ 0.5 mm grosse, durchscheinende, blassrosa gefärbte und birnenförmige Raubmilbe
- ▶ Keine Behaarung
- ▶ Bewegt sich schnell und hat vier Beinpaare

**Einsatztipps**

- ▶ Einsatz während des ganzen Jahres
- ▶ Mässige Ansprüche an Temperatur (> 18 °C) und Luftfeuchtigkeit (> 65%)

**Anwendung**

- ▶ In Streudosen oder in Zuchtbeuteln mit Zusatznahrung

**Erfolgskontrolle**

- ▶ Nach dem Einsatz müssen auf den behandelten Pflanzen Raubmilben zu finden sein. Die Thripspopulation, die mit Blaufallen überwacht wird, bleibt stabil.

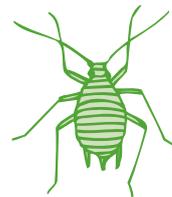
**Blattläuse**

Blattläuse gehören zu den am weitesten verbreiteten Schaderregern in der Pflanzenwelt. Sie treten vor allem im Frühjahr und in einer zweiten Vermehrungswelle im August/September auf. In dieser Phase können sie sich explosionsartig entwickeln. Es gibt eine Vielzahl verschiedener Blattläuse, die sowohl in der Zierpflanzenproduktion als auch in Haus und Garten auftreten. Sie gehören zu den wichtigsten Überträgern von Viruskrankungen bei Pflanzen.

**Häufig vorkommende Lausarten**

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

**Grüne Pfirsichblattlaus**  
(*Myzus persicae*)



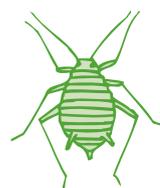
- ▶ Grösse: 1.2–2.6 mm
- ▶ Färbung: weisslich-, gelblich- oder gräulichgrün, zum Teil auch rot
- ▶ Fühler: etwa körperläng
- ▶ Saugrüssel: grün oder dunkelbraun, 0.6 der Körperlänge, leicht keulig

**Grüne Gurkenblattlaus**  
(*Aphis grossypii*)



- ▶ Grösse: 0.9–1.8 mm
- ▶ Färbung: viele Farbvarianten von dunkelgrün marmoriert über hellgrün bis gelb
- ▶ Fühler: 0.7 der Körperlänge
- ▶ Saugrüssel: schwarz, 0.2 der Körperlänge

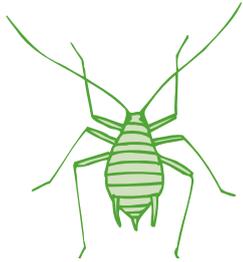
**Schwarze Bohnenlaus**  
(*Aphis fabae*)



- ▶ Grösse: 1.3–3.1 mm
- ▶ Färbung: schwarzgrün bis schwarz
- ▶ Fühler: etwa bis Hinterleibsmittle
- ▶ Saugrüssel: schwarz, fünfmal länger als breit

### Grünfleckige Kartoffelblattlaus

(*Aulacorthum solani*)



- ▶ Grösse: 1.8–3.0 mm
- ▶ Färbung: hellgrün, am Ansatz der Saugrüssel dunkelgrün
- ▶ Fühler: 1.3–1.5 der Körperlänge, hell, am Ende dunkel
- ▶ Saugrüssel: hell, mit dunkler Spitze, 0.2 der Körperlänge

### Grünstreifige Kartoffelblattlaus

(*Macrosiphum euphorbiae*)



- ▶ Grösse: 1.7–3.6 mm
- ▶ Färbung: grün bis gelblichgrün
- ▶ Fühler: 1.2 der Körperlänge, hell, am Ende dunkel
- ▶ Saugrüssel: schwarz, 1.2 der Körperlänge



Junges und adultes Tier der Grünen Pfirsichblattlaus

Abb. 4.6

### Biologie der Grünen Pfirsichblattlaus

Die weiblichen Blattläuse legen ihre Eier im Herbst auf den Zweigen von Pfirsichbäumen und auf anderen Prunus-Arten ab. Bereits Anfang Frühling schlüpfen die ersten Blattläuse, aus denen sich ungeflügelte sogenannte Stammütter entwickeln. Diese saugen auf der Unterseite der Blätter. Es treten keine männlichen Tiere auf, die Stammütter bringen jedoch laufend Blattlauslarven zur Welt (Jungfernzeugung). Im Mai erscheinen geflügelte Tiere, die den Winterwirt verlassen, auf Tabak, Rüben, Kartoffeln usw. übersiedeln und dort wieder durch Jungfernzeugung rasch Blattlauskolonien bilden.

Während des Sommers findet man sowohl geflügelte als auch ungeflügelte Tiere. Im frühen Herbst gebären die Blattläuse Larven, aus denen geflügelte Geschlechtstiere entstehen. Diese sind nicht mehr zur Jungfernzeugung fähig. Die Weibchen können nach der Begattung nur noch Wintereier ablegen.

In sehr milden Gebieten, aber auch in Gewächshäusern, Lagerräumen usw. kann die ungeschlechtliche Vermehrung den ganzen Winter über andauern, sodass im Frühling gleich zu Beginn der Vegetationsperiode eine starke Population vorhanden ist. Als sichtbares Schadbild zeigen sich in der Regel Einrollen der Blätter und bei starkem Befall Vergilbungen. Dadurch wird der Triebzuwachs verhindert. Schwerwiegender ist jedoch der Schaden, der durch die Übertragung von verschiedenen Viruskrankheiten entstehen kann. Hinzu kommen wie bei allen Schädlingen, die in den Leitungsbahnen der Pflanzen saugen, Honigtauausscheidungen, die eine Besiedlung durch sekundäre Russtaupilze ermöglichen.

### Bekämpfung der Blattläuse

Blattläuse werden durch eine ganze Anzahl natürlicher Feinde laufend dezimiert. Wichtige Blattlausräuber sind die Marienkäfer und ihre Larven, die Larven von Florfliegen, Schwebefliegen, Raubwanzen, die Larven von Gallmücken, insektenparasitierende Pilze sowie verschiedene Schlupfwespenarten. Diese Räuber sind vor allem am Anfang einer Massenvermehrung der Läuse wirksam. Auch die Schlupfwespenarten sind sehr effiziente Blattlausparasiten. Mit ihrem Legestachel legen die Weibchen der Schlupfwespen die Eier direkt in die Blattläuse ab. Die Larven und Puppen entwickeln sich im Innern der Blattlaus, die dabei abstirbt. Befallene Blattläuse werden aufgetrieben und verfärben sich gelbbraun. Ca. 8 bis 14 Tage nach der Eiablage schlüpft aus der abgestorbenen Blattlaus der fertig entwickelte Parasit. Bei hohen Temperaturen und feuchter Witterung können Pilzkrankheiten Blattlauspopulationen in ganzen Regionen innert weniger Tage vollständig auslöschen.

**Chemische Bekämpfung:** Für die chemische Blattlausbekämpfung bieten sich in erster Linie systemisch wirkende Insektizide an.

Die Vernichtung der Wintereier mit Winter- und Austriebsspritzmitteln ist im Obstbau zur Blattlausbekämpfung bewilligt. Dabei kommen verschiedene Öle zum Einsatz.

**Nützlinge:** *Adalia bipunctata*, *Aphelinus abdominalis*, *Aphidius colemani*, *Aphidius A. ervi*, *Aphidoletes aphidimyza*

Die aufgeführten Nützlinge sollten vorbeugend oder im Rahmen einer offenen Zucht eingesetzt werden (siehe Kasten). Mit den *Adalia*-Marienkäferlarven sind gezielte Freilassungen in die Befallsherde möglich. Die Entwicklung der Blattläuse verläuft im Frühjahr teilweise so schnell, dass die Nützlinge der Schädlingspopulation nicht folgen können. In manchen Fällen muss der Nützlingseinsatz mit einer nützlingsschonenden Insektizidbehandlung kombiniert werden.

**Biologische Pflanzenschutzmittel:** Azadirachtin (NeemAzal-T/S), Kaliseife (Natural, Siva), Pyrethrin (Parexan N, Pyrethrum FS), Rotenon (Sicide), Quassia amara (Quassan)

Die Wirkung von Kaliseife ist in vielen Fällen ausreichend. Rotenon und Pyrethrum eignen sich für eine schnelle Reduktion bei starkem Befallsdruck. Beide Wirkstoffe sind jedoch nicht nützlingsschonend und sollten nur in Ausnahmefällen verwendet werden. Im Gartenunterhalt gilt es vor allem, die natürlichen Gegenspieler zu schonen.

#### Offene Zucht

Im Gewächshaus werden auf Getreidepflanzen spezifische Blattläuse angezogen, die sich nur auf einkeimblättrigen Pflanzen entwickeln können. Diese Getreideblattläuse dienen den Blattlausnützlingen *Aphidius*, *Aphelinus* und *Aphidoletes* als Wirte und Nahrung. Im Gewächshaus bildet sich dadurch eine genügend hohe Nützlingspopulation, die auftretende schädliche Blattläuse schnell bekämpfen kann. Dadurch wird die Reaktionszeit kürzer.

## Schildläuse

Die meisten Schildläuse legen je nach Art zwischen 300 und 2000 Eier ab. Bei einigen Arten ist das Männchen beflügelt. Unterschieden werden diese Schädlinge nach der Art ihres Schildes. Es gibt zwei hauptsächliche Schildlaus-Familien, die Deckelschildläuse (Diaspididae) mit fünf wichtigen Arten und die Napfschildläuse (Coccidae) mit weiteren drei Arten.

Bei den Deckelschildlaus-Arten sind die Körper nicht mit dem Schild verbunden. Alle fünf Arten sind vor allem an Zierpflanzen im Innenbereich oder an Überwinterungspflanzen zu finden. Sie werden oft direkt mit Pflanzenimporten eingeschleppt (Citrus, Oleander, Farne, Palmen, Dracaenen usw.) Sie alle scheiden in der Regel keinen Honigtau aus.

Eine gefürchtete Deckelschildlaus ist die Kommaschildlaus (*Lepidosaphes ulmi*), die sich im Freiland und in Gartenanlagen etabliert hat. Sie überwintert in unseren Breitengraden problemlos und tritt massenhaft an verschiedenen Gehölzen, aber auch auf Obstbäumen auf.

Bei den drei Napfschildlaus-Arten ist der Schild mit dem Körper verbunden. Es handelt sich in der Regel um starke Honigtauausscheider (Russtaupilz).

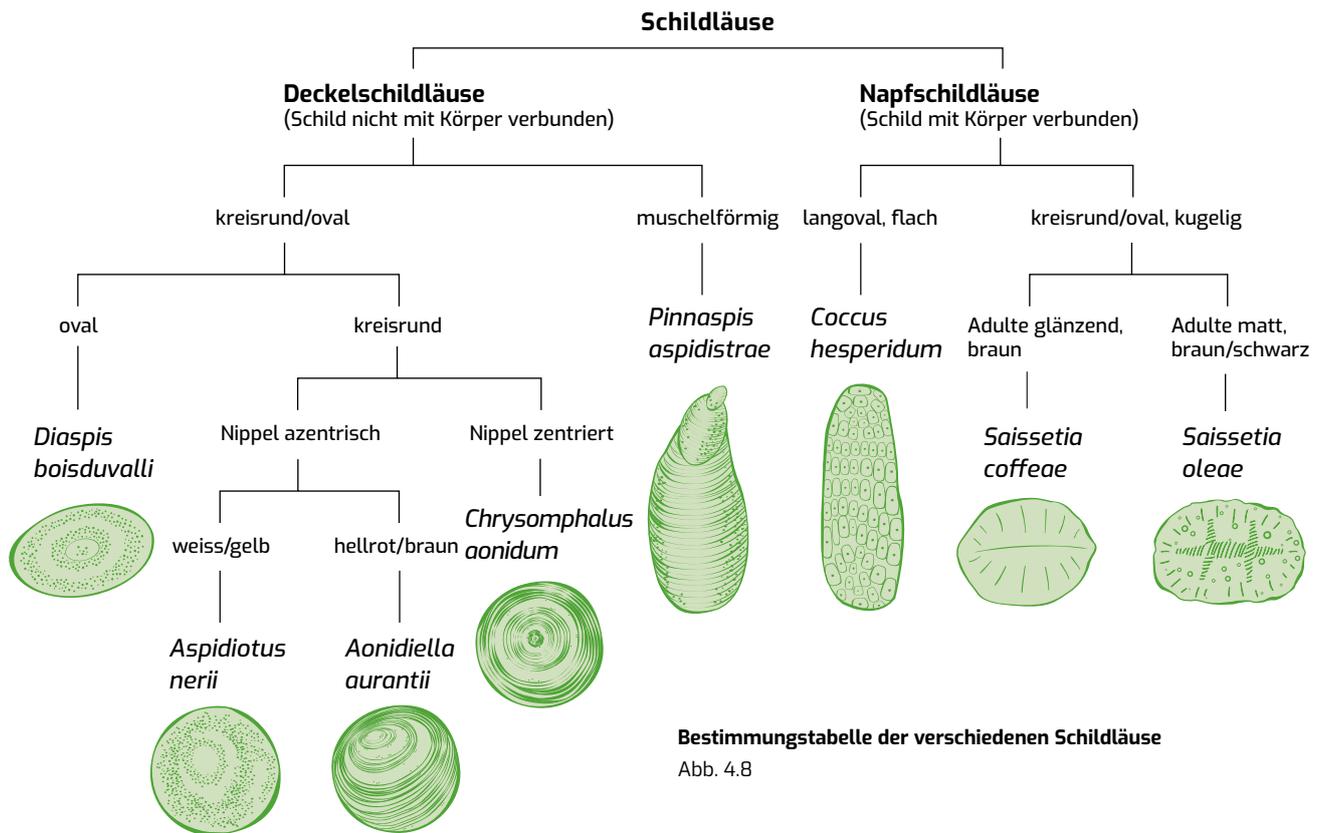
#### Bekämpfung der Schildläuse

Alle Schildläuse sind im Jugendstadium mehr oder weniger stark beweglich; ohne Bekämpfungsmassnahmen können sie sich rasend schnell ausbreiten. Die wichtigste vorbeugende Bekämpfung ist die Kontrolle der Pflanzenlieferungen. Dies gilt auch für Überwinterungspflanzen, die oft befallen sind. Bei Befall sollte sofort mit der Bekämpfung begonnen werden.



Deckelschildläuse

Abb. 4.7



**Chemische Bekämpfung:** Die Bekämpfung ist schwierig. Die bewilligten chemischen Pflanzenschutzmittel lassen sich in zwei Kategorien einteilen:

- ▶ Wirkstoffe, die von der Pflanze aufgenommen werden, sodass der Schaderreger sie beim Saugen aufnimmt und abstirbt
- ▶ Wirkstoffe, die den Schaderreger umhüllen und ersticken

Vorsicht ist bei allen Ölen geboten, da sie je nach Blattbeschaffenheit zu Verbrennungen der Pflanzen führen können.

**Nützlinge:** *Metaphycus helvolus*, *Microterys flavus*  
Die Nützlinge sind nicht an das hiesige Klima angepasst und eignen sich deshalb nur für Innenbegrünungen.

**Biologische Pflanzenschutzmittel:** Neemöl (Azadirachtin), Kaliseife (Natural, Siva), Parafinöl (Promanal, Paraderil), Pyrethrin (Parexan N, Pyrethrum FS)  
Die zur Verfügung stehenden biologischen Pflanzenschutzmittel sind oft reine Kontaktmittel. Eine nachhaltige Bekämpfung ist deshalb schwierig. Wiederholte Anwendungen sind notwendig.

**Schmier- oder Wollläuse**  
(*Pseudococcidae*)

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



Wollläuse an einer Douglasie

Abb. 4.9

### Bekämpfung der Schmierläuse

Von Schmierläusen betroffen sind vor allem Kübelpflanzen aus dem Mittelmeergebiet, Pflanzen für Innenräume und einige Zierpflanzenkulturen. Die Pflanzen müssen regelmässig kontrolliert werden; dies gilt insbesondere für Überwinterungspflanzen. Erste Befallsherde sind sofort zu bekämpfen.

**Chemische Bekämpfung und biologische Pflanzenschutzmittel:** Für die Bekämpfung von Schmierläusen können die gleichen oder ähnliche Wirkstoffe eingesetzt werden wie gegen Schildläuse.

**Nützlinge:** *Cryptolaemus montrouzieri*, *Leptomastidea abnormis*, *Leptomastix dactylopii*, *Pseudaphycus maculipennis*

Die zur Verfügung stehenden Nützlinge sind nur bedingt an das hiesige Klima angepasst. Sie lassen sich nur in geschützten Kulturen erfolgreich einsetzen. Freilassungen werden vor allem im Frühjahr und Sommer durchgeführt.

#### Nützlings-Flash

### *Leptomastix dactylopii*, Nützing gegen Schmierläuse

#### Merkmale

- ▶ 3 mm grosse Erzwespe,
- ▶ Gelb, mit langen, gewinkelten Antennen

#### Einsatztipps

- ▶ Einsatzperiode: März bis Juli
- ▶ Wirkt nur gegen ältere Schmierlausstadien
- ▶ Mässige Ansprüche an Temperatur (> 19 °C) und Luftfeuchtigkeit

#### Erfolgskontrolle

- ▶ Mumifizierte Schmierläuse werden gelblich und verhärtet sich.
- ▶ Junge *Leptomastix* schlüpfen aus einem kreisrunden Loch in der Stirnseite der Mumie.
- ▶ Neue Blätter und Triebe sind schädlingsfrei.

### Mottenschildläuse (Weisse Fliegen)

Es sind drei verschiedene Gattungen bekannt, die bei uns von wirtschaftlicher Bedeutung sind:

- ▶ Gewächshaus-Mottenschildlaus (*Trialeurodes vaporariorum*)
- ▶ Kohl-Mottenschildlaus (*Aleyrodes proletella*)
- ▶ Baumwoll-Mottenschildlaus (*Bemisia tabaci*)



Eier und Tiere der Weissen Fliege sind auf der Unterseite der befallenen Blätter gut sichtbar.

Abb. 4.10

### Biologie der Mottenschildlaus

Die adulte Motte hat vier dachförmig stehende weisse Flügelchen. Weisse Wachausscheidungen bedecken den Körper und die Flügel dieser Schildlausarten. An der Wärme (Gewächshaus) überwintern adulte Tiere und verschiedene Larvenstadien; die Eier werden je nach Temperatur laufend auf die Blattunterseiten abgelegt. Ein Weibchen legt täglich 2 bis 3 Eier (0.2 mm) ab, während ihrer Lebenszeit von 4 Wochen insgesamt 100 bis 200 Eier (temperaturabhängig). Bei besten Bedingungen – zwischen 25 und 30 °C – entwickelt sich aus dem Ei innert etwa 20 bis 25 Tagen das ausgewachsene Insekt (bei 15 °C innert 10 Wochen). Die Larven können sich nur im ersten Entwicklungsstadium bewegen, danach saugen sie, bis sie zum erwachsenen Insekt werden, unbeweglich am selben Ort.

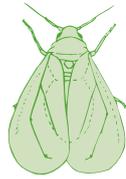
Schäden entstehen durch das Saugen der Larven und adulten Insekten und durch den ausgeschiedenen Honigtau, auf dem sich der Russtaupilz bilden kann. Bei einem Extrembefall kann es zu Blattvergilbungen kommen und die Pflanzen welken, weil ihnen die Nährstoffe entzogen werden. Weisse Fliegen können zudem Virus-erkrankungen übertragen.

Adulte Weisse Fliegen

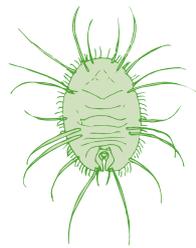
Weisse Fliege des Kohls  
(*Aleyrodes proletella*)

Gemeine Weisse Fliege  
(*Trialeurodes vaporariorum*)

Weisse Fliege der Baumwolle  
(*Bemisia tabaci*)



Vierte Nymphenstadien



Eistadien



**Die wichtigsten Unterscheidungsmerkmale der drei Mottenschildläuse**

Abb. 4.11

**Bekämpfung der Mottenschildlaus**

Zur vorbeugenden Bekämpfung sollte insbesondere auf schädlingfreie Jung- und Überwinterungspflanzen geachtet werden. Eine Früherkennung der Schaderreger ist entscheidend.

Hat sich einmal eine Population gebildet, gehört die Weisse Fliege zu den hartnäckigsten Schädlingen. Sie befällt ein sehr breites Spektrum an Pflanzen. Darum und wegen der bei warmem Wetter schnellen Vermehrung ist ein konsequentes Vorgehen wichtig.

**Chemische Bekämpfung:** Beim Einsatz von chemischen Insektiziden kam es in der Vergangenheit verschiedentlich zu Resistenzen. Es wird empfohlen, die Wirkstoffgruppe zu wechseln. Da die meisten Produkte nur ein Stadium der Weissen Fliege abtötet (Ei, Larve oder ausgewachsene Fliege) muss die Behandlung nach 3 bis 5 Tagen wiederholt werden.

**Nützlinge:** *Encarsia formosa*, *Eretmocerus eremicus*, *Eretmocerus mundus*, *Macrolophus caliginosus*  
Ein erfolgreicher Nützlingseinsatz gegen Weisse Fliegen ist nur vorbeugend oder bei leichtem Ausgangsbefall möglich. Bereits vorhandene Befallsherde müssen zuerst mit einem nützlingsverträglichen Insektizid auf ein Minimum reduziert werden.

**Biologische Pflanzenschutzmittel:** Azadirachtin (NeemAzal-T/S), Kaliseife (Natural, Siva), Parafinöl (Promanal), Pyrethrin (Parexan N, Pyrethrum FS)

**Biotechnische Verfahren:** Gelbe Klebfallen werden vor allem für die Befallsdiagnose verwendet.



Nützlings-Flash

***Encarsia formosa***

Links: adultes Tier, rechts: parasitierte (schwarz) und nicht parasitierte (weiss) ausgeschlüpfte Larven

**Merkmale**

- ▶ Kleine, gelbe Erzwespe mit schwarzem Kopf- und Brustteil
- ▶ Macht kurze, hüpfende Flüge und ernährt sich von Honigtau

- ▶ Während der Monate Juni bis August Freilassungsmenge etwas erhöhen

**Erfolgskontrolle**

- ▶ Die parasitierten Puppen der Weissen Fliege verfärben sich schwarz (Mumien).
- ▶ Zwei bis drei Wochen nach der Freilassung sollten mumifizierte Weisse Fliegen zu finden sein.

**Einsatztipps**

- ▶ Einsatzperiode: ganze Saison (abhängig von der Lichtintensität)
- ▶ Geringe Ansprüche an Temperatur (> 15 °C) und Luftfeuchtigkeit

## Käfer

Unterscheidungsmerkmale der gartenbaulich wichtigen Käfer und ihrer Larven		
Art	Ausgewachsener Käfer	Larve/Engerling
<b>Maikäfer</b> <i>Melolontha melolontha</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Grösse: 20 bis 30 mm</li> <li>▶ Kennzeichen: weisse, dreieckige Flecken an den Seiten, braune Flügeldecken</li> <li>▶ Flugzeit: Abenddämmerung, im April, Mai, Juni</li> <li>▶ Schaden: frisst Blätter von Laubbäumen, selten Äpfel</li> <li>▶ Gegenmassnahmen: Früher wurden die Käfer bei Massenaufreten eingesammelt (Berner, Bündner, Urner Flugjahr).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Grösse: 25 bis 35 mm</li> <li>▶ Kennzeichen: Fortbewegung seitlich gekrümmt</li> <li>▶ Zyklus: 3 bis 4 Jahre</li> <li>▶ Schaden: Starker Frass an Wurzeln, Knollen und Rhizomen (Kulturpflanzen, Rasen und Wiese); lebt noch in Gebirgstälern, im Mittelland selten geworden</li> <li>▶ Gegenmassnahmen: Starke Bodenbearbeitung verhindert ein Massenaufreten. Bewährt hat sich die Einarbeitung von Beauveria-Pilz tragenden Gerstenkörnern in mit Engerlingen verseuchte Wiesen.</li> </ul>
<b>Junikäfer</b> <i>Amphimallon solstitale</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Grösse: 14 bis 18 mm</li> <li>▶ Kennzeichen: Ähnlich wie Maikäfer, Halsschild hellbraun mit dichter Behaarung, ebenso die Flügeldecken</li> <li>▶ Flugzeit: An warmen Abenden im Juni und Juli</li> <li>▶ Schaden: Frisst Blätter von Laubbäumen</li> <li>▶ Gegenmassnahmen: Ab Juni Rasenflächen nicht zu kurz schneiden. Bei hohem Aufkommen abends feinmaschige Netze (Filbio-Kulturschutznetze) auf gefährdete Flächen legen (Eiablage verhindern).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Grösse: 20 bis 30 mm</li> <li>▶ Kennzeichen: Fortbewegung auf den sechs Beinen</li> <li>▶ Zyklus: 2 bis 3 Jahre</li> <li>▶ Schaden: Frisst Wurzeln von Rasen und Wiesenpflanzen, liebt kurz geschnittene Rasenflächen; im Mittelland</li> <li>▶ Gegenmassnahmen: Rasenflächen im Frühjahr vertikutieren. Im Hausgarten Igel fördern (fressen in der Vegetationsperiode eine grosse Zahl Engerlinge). Rasen lässt sich gut mit Metarhizium-Pilzen schützen, die die Engerlinge abtöten.</li> </ul>
<b>Rosenkäfer</b> <i>Cetonia aurata</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Grösse: 15 bis 20 mm</li> <li>▶ Kennzeichen: Glänzt intensiv metallisch-grün bis goldgrün</li> <li>▶ Flugzeit: Abenddämmerung, Anfang Mai bis August</li> <li>▶ Schaden: Blütenfrass, meist unbedeutend, an weissen Blüten wie Holunder, Rosen, Flieder</li> <li>▶ Gegenmassnahmen: siehe Engerling</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Grösse: 25 bis 35 mm</li> <li>▶ Kennzeichen: Fortbewegung auf dem Rücken</li> <li>▶ Zyklus: 2 bis 3 Jahre</li> <li>▶ Schaden: Richtet keine grösseren Schäden an – meist im Kompost oder in Erden mit unverrotteten Anteilen (nützlich)</li> <li>▶ Gegenmassnahmen: Sollte eher geschützt werden, da er im Boden und im Kompost verrottbare Rückstände zu guter Erde verarbeitet.</li> </ul>
<b>Gartenlaubkäfer</b> <i>Phyllopertha horticola</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Grösse: 8 bis 11 mm</li> <li>▶ Kennzeichen: Flügeldecken braun, Halsschild metallisch-grün</li> <li>▶ Flugzeit: Massenflug an sonnigen Vormittagen</li> <li>▶ Schaden: Blattfrass an Stauden und niederen Sträuchern, in Alpweiden an einheimischen Kräutern</li> <li>▶ Gegenmassnahmen siehe Seite 58</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Grösse: 15 mm</li> <li>▶ Kennzeichen: Fortbewegung auf den sechs Beinen; hat einen «Smiley» auf dem Hinterteil</li> <li>▶ Zyklus: 1 Jahr</li> <li>▶ Schaden: Frisst Wurzeln von Rasen und Wiesenpflanzen in Voralpen um 1000 bis 1500 m (Golfanlagen!)</li> <li>▶ Gegenmassnahmen siehe Seite 58</li> </ul>
<b>Dickmaulrüssler</b> <i>Otiorhynchus sulcatus</i> und weitere Arten	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Grösse: ca. 10 mm</li> <li>▶ Kennzeichen: Dunkel gefärbt, eher nachtaktiv</li> <li>▶ Flugzeit: Flugunfähig</li> <li>▶ Schaden: Typischer buchtenartiger Frass an eher hartlaubigen Blättern</li> <li>▶ Gegenmassnahmen siehe Seite 58</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Grösse: 12 mm</li> <li>▶ Kennzeichen: Fortbewegungsart nicht von Bedeutung, haben keine Beine</li> <li>▶ Zyklus: 1 Jahr</li> <li>▶ Schaden: Frisst Wurzeln von Zierpflanzen, ist nicht im Rasen</li> <li>▶ Gegenmassnahmen siehe Seite 58</li> </ul>
<b>Schnellkäfer (Drahtwurm)</b> <i>Agriotes lineatus / obscurus</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Grösse: 7 bis 10 mm</li> <li>▶ Kennzeichen: Katapultiert sich durch Zurückschnellen des Kopfes in die Luft, dabei entsteht ein klickendes Geräusch.</li> <li>▶ Flugzeit: Flugunfähig</li> <li>▶ Schaden: Frisst Blüten und Blätter – Schaden nicht von Bedeutung</li> <li>▶ Gegenmassnahmen: Wird nicht empfohlen, da er auch räuberisch von Schnecken eiern, Kleininsekten und Larven lebt.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Grösse: 25 mm</li> <li>▶ Kennzeichen: Gelblich, rund, mit dunklem Kopf, kleine Beine</li> <li>▶ Zyklus: 4 bis 5 Jahre</li> <li>▶ Schaden: Nagt an Wurzeln, kann zum Absterben der Pflanze führen; besonders gefährdet sind Erdbeeren und Hopfenpflanzen, die in umgebroschene Wiesen gepflanzt werden.</li> <li>▶ Gegenmassnahmen: Kalkreiche Böden beugen den Drahtwürmern vor.</li> </ul>

Im Unterschied zu den anderen Insekten ist bei den Käfern die Dreiteilung in Kopf, Brust und Hinterleib aufgelöst. Der zweite Abschnitt besteht aus dem Prothorax, von dem auf der Körperoberseite nur der Halsschild sichtbar ist. Von den ca. 8000 Käferarten, die in Mitteleuropa vorkommen, sind vor allem die Maikäfer, Junikäfer, Gartenlaubkäfer und Dickmaulrüssler als Schädlinge in Baumschulen, Rasenanlagen sowie Gärten bekannt.



Larve und Puppe des Dickmaulrüsslers

Abb. 4.12



Larve des Drahtwurms

Abb. 4.13



Rosenkäfer

Abb. 4.14

#### Bekämpfung von Käfern

Im Gartenbau verursacht der Käferfrass ästhetische Probleme, führt aber selten zu Ausfall. Es sind vor allem die Larven (zum Beispiel Engerlinge, Dickmaulrüsslerlarven), die durch den Frass an den Wurzeln von Sträuchern, Bäumen und Rasenflächen Schaden verursachen.

**Chemische Bekämpfung:** Die Bekämpfung von adulten Käfern ist nur in seltenen Fällen notwendig.

**Nützlinge:** Nematoden (*Heterorhabditis megidis*, *Steinernema carpocapsae*)

Nematoden (Fadenwürmer) haben eine sehr gute Wirkung auf die Larven des Dickmaulrüsslers und des Gartenlaubkäfers. Andere Bodenschädlinge werden nur ungenügend bekämpft. Die Nematoden werden bei Bodentemperaturen über 10 °C angewendet, wenn die Larvenstadien der Schädlinge aktiv sind – in der Regel also im April/Mai und im September/Oktobre.

Die Bekämpfung des Dickmaulrüsslers ist eine Daueraufgabe, findet doch immer wieder eine Zuwanderung aus Nachbarparzellen statt.

**Biologische Pflanzenschutzmittel:** Beauveria-Pilze, Metarhizium-Pilze

Die beiden Pilzpräparate können auf Wiesenflächen (Golf, Sportrasen) gegen die Engerlinge des Mai- und Junikäfers eingesetzt werden. Dazu werden mit den Nutzpilzen befallene Getreidekörner mittels einer Direktsaatmaschine in den Boden eingedrillt. Die Anwendung von biologischen Insektiziden auf ausgewachsene Käferlarven ist nicht sehr wirksam.



## Nützlings-Flash

***Heterorhabditis megidis***  
(Nematode)

Orange, parasitierte und weisse, nicht parasitierte Dickmaulrüsslerlarve

## Merkmale

- ▶ 0.5 mm kleiner Fadenwurm, von Auge schwer zu erkennen
- ▶ Dringt aktiv in die Insektenlarve ein und überträgt ein Bakterium
- ▶ Bakterienbefall führt zum Absterben des Schädlings

## Einsatztipps

- ▶ Bodentemperatur > 10 °C
- ▶ Boden nach der Applikation feucht halten. Wirkt nur, wenn Larven im Boden sind.

## Erfolgskontrolle

- ▶ Befallene Larven (Dickmaulrüssler) verfärben sich rot.
- ▶ Kein Schlupf von ausgewachsenen Tieren

## Schmetterlinge (Lepidopteren)

Mit gegen 150 000 Arten und Unterarten sind die Schmetterlinge eine der grössten Ordnungen der Insekten. Sie durchlaufen eine vollständige Metamorphose. Grundsätzlich leben alle adulten oder ausgewachsenen Schmetterlinge von Blütennektar oder ohne Nahrung und sind keine Pflanzenschädlinge. Sobald aber Eier auf Pflanzen oder Blättern abgelegt werden, entwickeln sich daraus die verschiedenen Larvenstadien, auch Raupen genannt. Diese gehören mit ihrem Frass an verschiedenen Teilen der Pflanzen zu den wichtigsten tierischen Schaderregern. Häufig leben sie sehr spezifisch und befallen nur einzelne Pflanzenarten. Schmetterlingsraupen unterscheiden sich von Fliegen- und Wespenlarven in der Art und Anzahl der Beine.

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

- ▶ Viele **Falter** leben auf Wiesenpflanzen. Sie verursachen nur unbedeutende Schäden. Beispiele sind etwa die Schwalbenschwänze, Weisslinge oder Edelfalter. Der Kohlweissling gehört zu den wenigen Schädlingen dieser Gruppe.
- ▶ Die **Eulen** werden in der Literatur auch manchmal zu den Faltern gezählt. Sie sind mit etwa 25 000 verschiedenen Arten die grösste Gruppe der Schmetterlinge. Die meisten Eulen sind nachtaktiv und können als Raupen oder später als Puppen im Boden überwintern.
- ▶ Die **Schwärmer** sind die Schmetterlingsgruppe mit den grössten Flügelspanweiten und den grössten

Raupen. Beispiele sind der Winden-, Wein-, Liguster-, Wolfsmilch- und der Lindenschwärmer.

- ▶ Die **Spanner** sind eine Gruppe, deren Raupen eine auffällige Fortbewegungsart aufweisen. Sie benutzen für die Fortbewegung nur die Brust- und die Afterfüsse, wobei sich der Körper wie ein Bogen spannt (Spanner-Raupe).
- ▶ Die **Spinner**-Raupen sind in der Regel behaart und weisen über den ganzen Körper Drüsenhaare auf, die auch sehr giftig sein können und zu teilweise starken Allergien und Ekzemen führen. Der Name kommt von der Lebensweise während der Entwicklung. Die Schmetterlinge bilden für die Eiablage ein Nest aus ganz feinen Spinnnetzen, das zu einem kleineren oder grösseren Kokon wächst. Beispiele sind die Brennnessel-, Eichen- und Pinien-Prozessionsspinner, der Goldadfer und viele weitere.



Kohlweisslingraupe

Abb. 4.15

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

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

- Die **Zünsler** sind ebenfalls eine kleinere Gruppe. Der Buchsbaumzünsler gehört in diese Familie. Gefürchtet ist der Maiszünsler; durch Genmanipulation wurden Sorten entwickelt, die gegen diesen Schädling resistent sind.

#### Bekämpfung der Raupen

Viele Raupen treten als Schädlinge in der Produktion von Obst und Gemüse auf. Einige – etwa der Buchsbaumzünsler oder der Prozessionsspinner – schädigen Gehölze im öffentlichen Grün oder verunstalten Zierpflanzen. Raupenbefall zeigt sich meist sehr schnell durch den Blatt- oder Fruchtfrass und den hinterlassenen Kot. Zur Vorbeugung eignen sich verschiedene Massnahmen, hier nur einige Beispiele: Fallobst frühzeitig aufsammeln und vernichten, damit die Larven nicht ausschlüpfen können. Bei Himbeeren mit Bohrlöchern des Himbeerglasflüglers die Ruten möglichst tief abschneiden. Im Privatgarten lassen sich verschiedene Raupen gut einsammeln.

**Chemische Bekämpfung:** Verschiedene Wirkstoffe haben eine gute Wirkung auf Raupen. Einige Mittel wirken nur auf einzelne Raupenarten.

**Nützlinge:** Trichogramma-Schlupfwespen  
Der Einsatz dieser Schlupfwespe im Zierpflanzen- und Gartenbau ist nur bedingt empfehlenswert.

**Biologische Pflanzenschutzmittel:** Azadirachtin (NeemAzal T/S), Bacillus thuringiensis (Baktur, Delfin), Pyrethrin (Pyrethrum FS, Parexan), Spinosad (Audienz), Viren gegen Apfelwickler (Madex, Carpovirusin)  
Priorität bei Raupenproblemen hat der Einsatz von Bacillus thuringiensis. Dieses bakterielle Insektizid wird auf die befallenen Blattpartien gesprüht. Das Mittel sollte eingesetzt werden, solange die Raupen klein sind. Häufige Niederschläge in der Anwendungsperiode verschlechtern die Wirkung.  
Gegen die Kastanienminiermotte eignet sich Azadirachtin. Zum richtigen Zeitpunkt angewendet, verhindert dieser Wirkstoff die Besiedelung an Blättern im unteren Kronenbereich der Kastanien. Bei der Pflege von Obstbäumen im Gartenunterhalt lässt sich mit dem Apfelwickler-Granulosevirus ein guter Bekämpfungserfolg gegen die Wurmstichigkeit (Wicklerraupen) erzielen.

**Biotechnische Verfahren:** Pheromonfallen, Verwirrungstechnik, Raupenleimringe, feinmaschige Netze  
Mit Lockstofffallen kann man die Männchen verschiedener Schmetterlinge einfangen. Die Fallen werden jedoch meist nur zur Befallsüberwachung eingesetzt. Bei der Verwirrungstechnik werden die männlichen Wickler-Falter mit in den Kulturen ausgebrachten Lockstoffen verwirrt und daran gehindert, ihre weiblichen Artgenossen zu finden und sich mit ihnen zu paaren. Mit

Leimringen um die Stammbasis lässt sich bei einigen Schmetterlingsarten (Frostspanner) die Zuwanderung aus dem Bodenbereich verhindern. Über einigen Pflanzenarten (zum Beispiel Kohl, Lauch oder Fenchel) werden feinmaschige Netze gespannt, die das Eindringen der Schmetterlinge und dadurch die Eiablage auf den Pflanzen verhindern.

#### Fliegen, Mücken (Zweiflügler, Dipteren)

Dieser grossen Insektengruppe mit über 100 000 verschiedenen Arten werden alle Mücken und Fliegen jeglicher Art zugeordnet. Die Aufteilung in viele Gruppierungen mit deutschen Namen hilft zur Verständigung: Schnacken, Bremsen, Schweb-, Raub-, Fruchtfliegen, Echte Fliegen, Raupenfliegen und viele mehr. Viele Mücken und Fliegen sind für Menschen lästig, insbesondere die blutsaugenden Stechmücken und Bremsen. Das Vollinsekt unterscheidet sich von den Wespen in einem wichtigen Merkmal: Fliegen haben nur zwei funktionsfähige Flügel (ein Paar), die hinteren Flügel sind stark reduziert. An Pflanzen verursacht das ausgewachsene Insekt selten Schäden; einige Arten sind jedoch Überträger von gefährlichen Viren und Krankheiten. Bei den Larven gibt es ebenso einen grossen Unterschied zu den Wespen: Sie sind in der Regel fusslos, also ohne Beine, und werden als Maden bezeichnet. Die meisten Maden sind gefürchtete Schaderreger. Sie leben auf Gemüse, Obst und Zierpflanzen.

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

- Zierpflanzen: Trauermücken, Minierfliegen
- Gemüsebau: Möhren-, Sellerie-, Kohl-, Zwiebel-, Schalotten-, Bohnen-, Rettichfliegen, Drehherzgallemücken, Wiesenschnacken



Larven von Trauermücken

Abb. 4.16

- ▶ Beeren- und Obstbau: Kirschessigfliegen, Kirschen- und weitere Fruchtfliegen
- ▶ Landwirtschaft: Halm-, Fritfliegen

Daneben gibt es einige nützliche Arten. Erwähnenswert sind etwa Gallmücken und Schwebefliegen als Nützlinge gegen Blattläuse.

### Bekämpfung der Fliegen und Mücken

Die Bekämpfung muss frühzeitig einsetzen, da sich die Schädlinge sehr rasch entwickeln. Mit Fallen und Befallstafeln können viele Arten im Anfangsstadium erkannt und so die nötigen Massnahmen ergriffen werden.



Gang einer Minierfliegenlarve in einem Rosenblatt

Abb. 4.17

**Chemische Bekämpfung:** Die fliegenden Insektenstadien sind schwierig zu bekämpfen. Da sie meist keinen Schaden anrichten, reichen Behandlungen der Kulturen mit Insektiziden gegen die Larven aus.

Trauermücken sind bei uns einheimisch und besiedeln die Kulturen immer wieder aufs Neue. Die Larven können im Boden mit Granulaten und Giessmitteln kontrolliert werden. Die Wirkungsweise der Produkte ist unterschiedlich: Einzelne verhindern den Schlupf der Eier, andere töten die Larven ab.

Im Obst- und Gemüsebau werden die Insektizide ebenfalls vor einem Befall der Pflanzen mit Fliegenlarven eingesetzt. Der Bekämpfungszeitpunkt muss gezielt gewählt werden. Er ist abhängig vom Entwicklungsstadium der Insekten sowie von den Witterungsbedingungen. Die Insektizide verhindern das Schlüpfen der Larven aus dem Ei oder das Eindringen in die Pflanzen oder Früchte. Bei den Minierfliegen in Zierpflanzenkulturen sollte der Befall mit wiederholten Behandlungen auf alle Stadien gründlich ausgemerzt werden. Meist erfolgt keine Neubesiedelung. Dies ist bei Freilandpflanzen in Grünanla-



Kirschenfliegenfallen

Abb. 4.18

gen nicht der Fall. Hier kann der Befall mit nützlingschonenden Produkten auf ein erträgliches Mass reduziert werden.

**Nützlinge:** *Dacnusa sibirica*, *Diglyphus isaea*, *Steinernema feltiae*-Nematoden, *Hypoaspis miles*

*Diglyphus* und *Dacnusa* werden bei Minierfliegenbefall eingesetzt. Es sind mehrere Freilassungen in wöchentlichen Abständen notwendig. Trauermückenlarven können vor allem an Jungpflanzen zu Ausfällen führen. Bei anfälligen Kulturen und Stadien (etwa Poinsettienstecklingen) lässt sich der Befall mit dem gezielten Einsatz von *Steinernema*-Nematoden und *Hypoaspis*-Raubmilben regulieren.

**Biologische Pflanzenschutzmittel:** *Bacillus thuringiensis israelensis* (Solbac, Sketal), Spinosad (Audiencz), Azadirachtin (NeemAzal T/S)

Die beiden Wirkstoffe Spinosad und Azadirachtin wirken teilsystemisch und erreichen deshalb auch die Larven von Blattminierern. Spinosad hat zudem eine Wirkung gegen ausgewachsene, saugende Fliegen.

Die *Bacillus*-Präparate werden gegossen – eventuell zusammen mit den Nematoden – und wirken gegen die Larven von Trauermücken. Auch lassen sich diese Produkte im Gartenunterhalt gegen Stechmückenlarven einsetzen.

**Biotechnische Verfahren:** Gelbfallen

Im Normalfall dienen Gelbfallen zur Befallsüberwachung. Die Gelbfalle Typ Rebell Amarillo kann im Gartenunterhalt zur Bekämpfung der Kirschenfruchtfliege eingesetzt werden. In Kombination mit einem Lockstoff ist die Wirkung an Einzelbäumen ausreichend. Im Obst-, Beeren- und Gemüsebau werden gegen viele Fliegenarten feinmaschige Netze eingesetzt.

### Wespen (Hautflügler, Hymenopteren)

Die Hautflügler sind ebenfalls eine grosse Insektengruppe mit über 100 000 Arten; die bekanntesten Vertreter sind die Gewöhnlichen Wespen. Diese Insektengruppe weist eine Vielzahl verschiedenartiger Individuen auf, die Grössen reichen von 1 mm (Halmwespen) bis zu 5 cm (Hornissen).

Im Unterschied zu den ähnlichen Zweiflüglern (Fliegen) hat das Vollinsekt zwei Paar häufig durchsichtige Flügel; die Larven haben in der Regel drei Paar Brustbeine und ein bis sechs Paar Bauchfüsse. Sie sind den Raupen von Schmetterlingen ähnlich.



Eingerollte Rosenblätter wegen Rosenblattrollwespen

Abb. 4.19

Arten wie die Hornissen, Hummeln, Wildbienen, Faltenwespen und Schlupfwesen sind als nützlich einzustufen, da sie entweder als Blütenbestäuber oder als Räuber auftreten. Die Honigbienen haben sogar zwei positive Eigenschaften für den Menschen: die Bestäubung der Blüten und die Produktion von Honig. Einige Wespenarten sind als Schaderreger im Obst-, Beeren-, Zierpflanzenbau und im Hausgarten bekannt, zum Beispiel: Sägewespen an Kern- und Steinobst; Blattwespen an Kirschen, Pflaumen, Johannis- und Stachelbeeren, Rosen, Pinien und Bergföhren; Gallwespen, Halmwespen und viele mehr. In der Regel treten sie einzeln auf, und der Schaden hält sich in Grenzen. Blattwespenlarven können jedoch innert weniger Tage ganze Sträucher kahl fressen.

#### Bekämpfung von Wespen

Im Unterglasbau sind schädliche Wespen unbedeutend. Im Garten ist gelegentlich Blattfrass der Blattwespenlarven an Schneeballgewächsen und Rosen zu beobachten. Einige Arten führen zu spezifischen Blattdeformationen.

**Chemische Bekämpfung:** Ob eine Bekämpfung der Sägewespen in Obstanlagen oder auch im Hausgarten nötig ist, lässt sich mit weissen Klebtafeln vorbeugend überprüfen. Wird eine grosse Anzahl Wespen gefangen, kann die chemische Bekämpfung sinnvoll sein.

**Nützlinge:** Zurzeit werden keine Nützlinge angeboten, die eine nennenswerte Wirkung gegen diese Schädlingsgruppe haben.

**Biologische Pflanzenschutzmittel:** Pyrethrin (Pyrethrum FS, Parexan), Quassia-Extrakt (Quassan) Pyrethrin zeigt eine gute Wirkung bei lokaler Behandlung der befallenen Pflanzen. Da es sich um ein reines Kontaktmittel handelt, ist eine gute Benetzung der Blätter mit der Spritzbrühe wichtig. Falls die Schädlinge durch Gallenbildung geschützt sind, ist die Wirkung zu klein. Zur Blütezeit eingesetzt, hat Quassia eine gute Wirkung gegen Sägewespen.

### Wanzen

Zu den einheimischen Wanzenarten kommen in der jüngsten Gegenwart vermehrt eingewanderte oder eingeschleppte Arten. Wanzen sind tagaktiv und wärmeliebend. Sie haben einen mehrgliedrigen Stechrüssel und können damit nur Flüssignahrung aufnehmen, sei es aus Wirtspflanzen oder bei räuberischen Arten aus anderen Insekten, die sie erbeuten.

Einige Arten werden deshalb auch als Nützlinge geschätzt. Sie haben im Gegensatz zu den Zikaden verhärtete Vorderflügel, die die weicheren Hinterflügel abdecken. Das Schadbild entsteht oft infolge des Einstichs als Deformation der Früchte oder ausgefranzte, löcherige Blätter. Bei einigen Wanzenarten zeigen sich ausgesaugte Pflanzenzellen auf den Blättern wie bei Thripsen oder Spinnmilben.



Wanzenschaden an Rose

Abb. 4.20

## Zikaden

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



Rhododendronzikade

Abb. 4.21

### Bekämpfung von Wanzen und Zikaden

Sowohl mit chemischen wie auch mit biologischen Pflanzenschutzmitteln ist die Bekämpfung von Wanzen und Zikaden sehr schwierig. Sie sind sehr mobil, fliegen bei Störungen weg und lassen sich nur mit breit wirkenden, wenig ökologischen Produkten bekämpfen. Wirksame Nützlinge gegen sie sind nicht bekannt. Netze können helfen, sie von Kulturpflanzen abzuhalten.

## Weitere tierische Pflanzenschädlinge

### Milben, Spinnmilben

Die meisten Milbenarten sind 0,2 bis 2 mm gross und gehören zur Klasse der Spinnentiere. Milben und Spinnen gehören nicht zur Familie der Insekten, die als erwachsene Tiere immer sechs Beine haben. Sie besitzen als Jungtiere drei und als ausgewachsene Milben vier Beinpaare. Milben sind sehr vielseitig, sie können Pflanzen schädigen, aber auch als Parasiten von anderen Tieren auf Pflanzen oder im Boden leben. Pflanzenschädigende Milben können auch Überträger gefährlicher Viren sein. Ebenfalls zur Klasse der Spinnentiere gehören die bei Menschen unbeliebten, oft gefährlichen Zecken.

Die häufigsten Schadmilben im Zierpflanzenbau und im Hausgarten sind:

- ▶ Gemeine Spinnmilben (*Tetranychus urticae*)
- ▶ Weichhautmilben (*Tarsonemidae*)
- ▶ Gall- und Pockenmilben (*Aceria-* oder *Eriophyidae-* Arten)



Eier der Roten Spinnmilbe

Abb. 4.22

## Grobe Übersicht der pflanzenpathogenen Milben

### 1. Grosse Milben (Spinnmilben, von Auge sichtbar)

- ▶ Machen Netze
- ▶ Wichtigste Schadmilbengruppe

### 2. Mittलगrosse Milben (von Auge oder mit der Lupe sichtbar)

- ▶ Durchsichtig, meist lange Filamente am Hinterteil, langsame Fortbewegung
- ▶ In Zwiebeln und Tuberkeln
- ▶ Machen keine Netze, perforieren junge Blätter ganz fein

### 3. Kleine, extrem platte Milben (Falsche Spinnmilben, mit 12fach-Lupe sichtbar)

- ▶ Rötliche Verfärbung von gewissen Fruchtarten (Auberginen)
- ▶ Ähnlicher Schaden wie Spinnmilben

### 4. Sehr kleine, eiförmige, gelbliche Milben (Weichhautmilben, mit 20fach-Lupe sichtbar)

- ▶ Stark chitinisierte, schutzschildähnlicher Rückenpanzer; Farbe weisslich durchscheinend bis bräunlich
- ▶ In Knospen und jungen Pflanzenorganen
- ▶ Verkrüppelung der Pflanzenorgane und Früchte, auch rötliche Verfärbungen

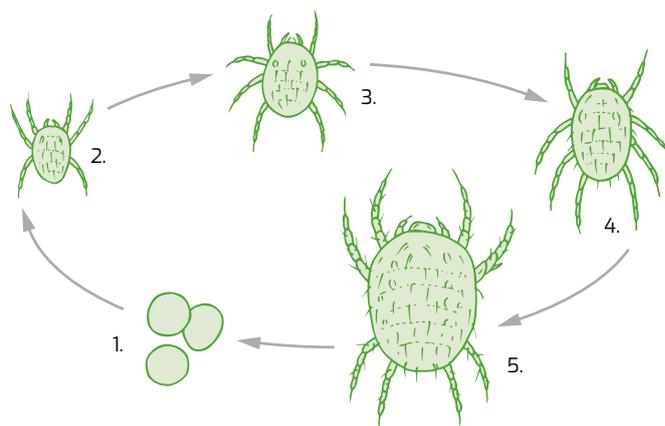
### 5. Fast mikroskopisch kleine Milben (Rostmilben, Gallmilben, Pockenmilben)

- ▶ Alle Stadien nur zwei Beinpaare
- ▶ Extrem grosse Familie
- ▶ Meist spezifisch auf einer Pflanzengruppe
- ▶ Pflanzenstängel werden rötlich, Blattschäden etwas weniger ausgeprägt als bei Spinnmilben

## Biologie der Gemeinen Spinnmilben (*Tetranychus urticae*)

Die Gemeine Spinnmilbe ist die am häufigsten auftretende Art. Sie schädigt die Blätter in der Regel von der Unterseite her, wo sie eine rege Saugtätigkeit entwickelt. Die Einstiche liegen nahe beieinander, die Saugstellen sind mit einer guten Lupe oder Stereolupe sichtbar. Die Blätter weisen kleine, gelbe, punktförmige Stellen auf, die von Blattnerven unterbrochen sein können. Bei starkem Befall werden die Blätter gelb und später ganz braun. Es bilden sich mehr oder weniger grosse, feine Spinnnetze, zuerst auf der Blattunterseite und später auf der ganzen Pflanze; dann kann die Saugtätigkeit auch auf Blüten und Jungfrüchte übergehen.

Die sehr beweglichen Milben sind 0.3 bis 0.6 mm gross. Der Lebenszyklus vom Ei bis zur ausgewachsenen Milbe kann je nach Temperatur und Feuchtigkeit zwischen 7 und 35 Tagen dauern. Es entwickeln sich mehrere Generationen pro Jahr. Eine Spinnmilbe kann bis zu 100 Eier ablegen. Werden die Tage kürzer und die Temperaturen kühler, legen die Weibchen Wintereier ab, aus denen dann im Frühling (März/April) bei zunehmender Wärme die Larven ausschlüpfen. Die ausgeschlüpften Larven häuten sich dreimal, bis sie ausgewachsen sind. Die Lebensdauer einer adulten Spinnmilbe beträgt 2 bis 5 Wochen.



Der Lebenszyklus der Spinnmilben

Abb. 4.23

1. Eier
2. Larve
3. Erstes Nymphenstadium
4. Zweites Nymphenstadium
5. Adultes Tier

### Bekämpfung der Spinnmilben

Auch Spinnmilben lassen sich mit indirekten Massnahmen bekämpfen. Es lohnt sich, dabei vor allem folgende Punkte zu beachten:

- ▶ Klimatische Bedingungen verbessern: Zugluft vermeiden, für hohe Luft- und Bodenfeuchtigkeit sowie möglichst tiefe Temperaturen sorgen.
- ▶ Auf zu hohe Stickstoffdüngungen verzichten.
- ▶ Nützlingsschonende chemische Mittel einsetzen.

**Chemische Bekämpfung:** Mit geeigneten Akariziden und wenigen Insektiziden lässt sich eine chemische Bekämpfung vornehmen. Wichtig ist dabei eine vollständige Benetzung der Pflanzen. Insbesondere muss die Blattunterseite gut mit Spritzbrühe benetzt sein, da die meisten Akarizide nicht systemisch wirken. Dazu ist mit genügend Druck und hohen Wassermengen zu behandeln. Kaum ein Produkt erfasst alle Stadien der Spinnmilben. Die Spritzungen sind deshalb bei einem Befall zu wiederholen. Bei Spinnmilben können Resistenzen auftreten, die durch eine gute Applikationstechnik sowie durch Wechseln der Wirkstoffgruppe verhindert werden können.



Spinnmilben auf Pfirsichblättern

Abb. 4.24

**Nützlinge:** *Amblyseius andersonii* oder *californicus* (andere *Amblyseius*-Arten haben eine Teilwirkung), *Phytoseiulus persimilis*, *Feltiella acarisuga*

Der Nützlingseinsatz eignet sich vor allem in der Produktion von Gemüse und Zierpflanzen und dort speziell bei länger dauernden Kulturen (Schnittblumen, Hibiskus, Efeu, Tomaten, Gurken). Die beiden *Amblyseius*-Arten werden vorbeugend verwendet und haben eine gute Nebenwirkung auf Weichhautmilben. *Amblyseius andersonii* eignet sich auch für den Einsatz im Freien (Stadtbäume). Weitere natürliche Feinde der Spinnmilben sind Raubwanzen, Flortiegenlarven, Gallmücken, Pilze und einige Marienkäfer.

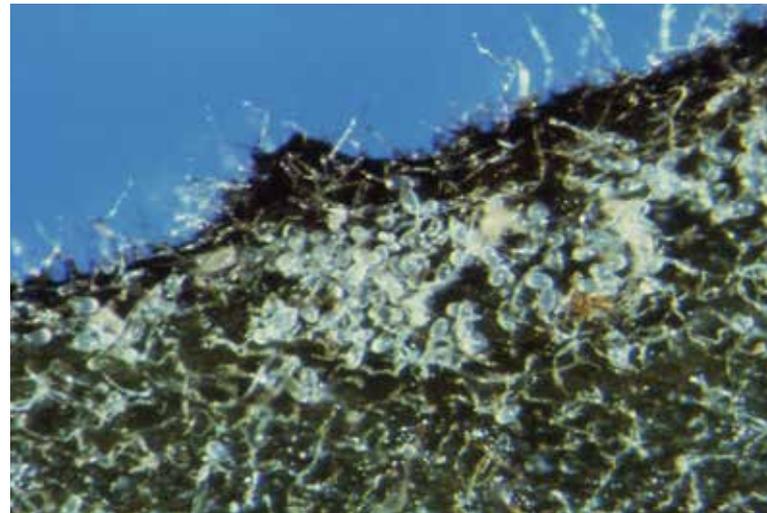


Durch Weichhautmilben verursachtes Schadbild auf Azaleen

Abb. 4.25

**Biologische Pflanzenschutzmittel:** Azadirachtin (NeemAzal-T/S), Kaliseife (Natural, Siva), Parafinöle (Promanal, Paraderil), Pyrethrin (Parexan N, Pyrethrum FS), Rotenon (Sicide)

Die zur Verfügung stehenden biologischen Pflanzenschutzmittel sind hauptsächlich Kontaktmittel. Wiederholte Anwendungen sind notwendig. Die Produkte eignen sich vor allem zur lokalen Behandlung von Befallsherden und als Ergänzung bei einem Nützlingseinsatz.



Eier von Weichhautmilben auf Gerbera

Abb. 4.26

### Biologie der Weichhautmilben (*Tarsonemidae*)

Weichhautmilben werden manchmal auch als Erdbeermilben bezeichnet, denn sie leben vor allem auf Erdbeeren und Zierpflanzen. Diese Weichhautmilbenart ist aber nur eine von vielen unterschiedlichen Arten. Ihre Grösse liegt unter 0.2 mm, sie sind also von blossen Auge nicht sichtbar. Ihre Saugtätigkeit ist auf die jungen

Triebspitzen, Blüten und Früchte beschränkt. Die Milben stechen mit ihrem Stechrüssel in die Zellen und scheiden dabei ein giftiges Sekret aus. An den Einstichstellen entstehen charakteristische Verkrüppelungen und Verhärtungen.

Der Befall ist auf die warme Vegetationszeit (April bis September) begrenzt; hohe Luftfeuchtigkeit fördert ihn. Im Unterglasbau ist ein Befall das ganze Jahr über möglich. Bei guten Bedingungen beträgt die Entwicklungszeit vom Ei bis zur adulten Milbe 2 Wochen.

#### Bekämpfung der Weichhautmilben

Zur Vorbeugung empfiehlt es sich, die Klimabedingungen anzupassen und auf kühlere Temperaturen sowie tiefere Luftfeuchtigkeit zu achten. Das heisst zum Beispiel: Oberirdische Pflanzenteile möglichst trocken halten und die Luftfeuchtigkeit mit einem sinnvollen Lüftungskonzept tief halten.

**Chemische Bekämpfung:** Da die Weichhautmilben versteckt leben, werden für die chemische Bekämpfung mit spezifischen Akariziden erhöhte Mengen von Spritzbrühe benötigt. So können die Wirkstoffe an alle Pflanzenteile gelangen, zum Beispiel auch bei behaarten Blättern.

**Nützlinge und biologischer Pflanzenschutz:** Es kommen dieselben Nützlinge und Pflanzenschutzmittel zum Einsatz wie gegen die Gemeinen Spinnmilben.

#### Biologie der Gallmilben

Bei den Aceria-Arten handelt es sich um eine grosse Milbenunterordnung, es gibt mehrere Hundert verschiedene davon. Sie lassen sich grob in folgende wichtige Gruppen unterteilen:

- ▶ Kräuselmilben (weniger bekannt)
- ▶ Pockenmilben (Filzmilben)
- ▶ Gallmilben

Viele dieser Milben bilden auf den Pflanzen, insbesondere auf den Blättern, zum eigenen Schutz Gallen. Die Gallmilben befallen ganz unterschiedliche Pflanzenarten; zum Beispiel mehrjährige Zierstauden, Ziersträucher, aber auch Ziergehölze und verschiedene Baumarten. Wenige Arten befallen Obst- und Beerengehölze. Ihre skurril geformten Gallen führen zu ganz unterschiedlichen Schadbildern.

Die Pockenmilben (*Eriophyes vitis*) sind bekannt bei Weinreben und Birnen. Ihre Entwicklung beginnt mit der Eiablage, in der Regel durch die zweite Generation vom Sommer, die im Frühherbst auf den überwinternden Knospen ihre Eier ablegt. Sobald die Knospen im Frühling austreiben, können die jungen Milben an den frischen Blättern ihre Saugtätigkeit beginnen. Relativ schnell bilden sich auf der Oberseite des Blattes Gallen mit ihren charakteristischen, unregelmässigen Aufblähungen.

Auf der Blattunterseite entsteht ein filziger, weissbrauner Belag, der einem Pilz ähnlich sieht. Geschützt in diesem Filz leben die Milben.

#### Bekämpfung der Pocken- und Gallmilben

Die Bekämpfung der Pockenmilben beschränkt sich auf die überwinternden Eier und den Austrieb. Nach einem Befall im Frühling oder Sommer sind die Behandlungen wegen des schützenden Filzes schwieriger. Es eignen sich verschiedene Wirkstoffe für die Winter- oder Austriebs-spritzung, zum Beispiel Winter-, Raps- und Parafinöle, aber auch Netzschwefel. In der Regel wird eine erhöhte Konzentration auf unbelaubte Triebe gewählt. Gallmilben leben häufig auf Ziersträuchern und -bäumen und werden aus diesem Grund eher selten bekämpft. Wenn dies trotzdem nötig wird, können ohne Weiteres die gegen Pockenmilben empfohlenen Mittel angewendet werden. Die Behandlung muss bei Austrieb erfolgen.



Nützlings-Flash

#### *Phytoseiulus persimilis*

##### Merkmale

- ▶ Glänzend orange, birnenförmige Raubmilbe
- ▶ Vier Beinpaare mit langen Vorderbeinen
- ▶ Bewegen sich schneller als die Spinnmilben

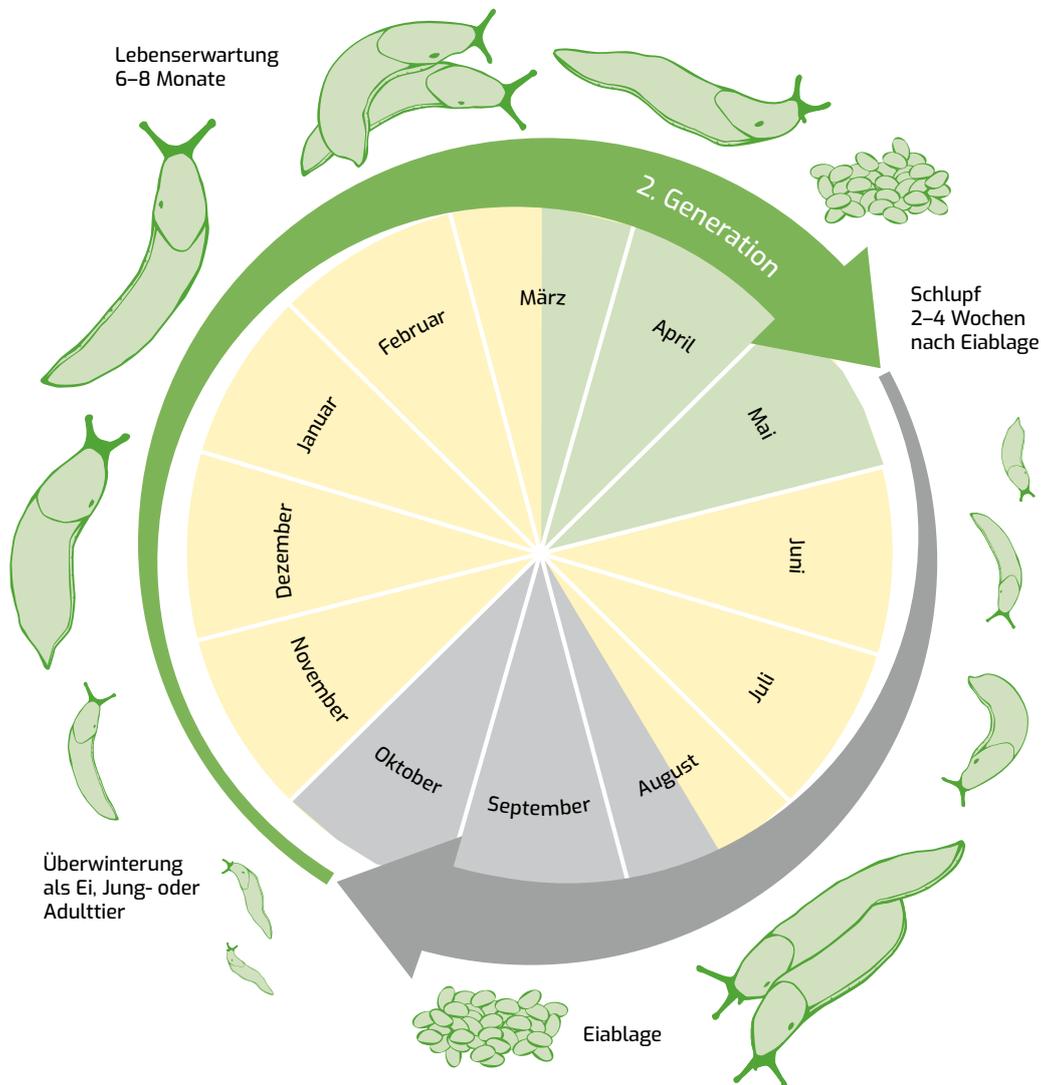
##### Einsatztipps

- ▶ Einsatz während des ganzen Jahres im Unterglasanbau
- ▶ Bei trockenen Verhältnissen spezielle Nützlingsstämme verwenden

##### Erfolgskontrolle

- ▶ 2 bis 3 Wochen nach der Freilassung sollte auf 10 Spinnmilben mindestens eine Raubmilbe zu finden sein.
- ▶ Keine Ausdehnung der Befallsherde

## Schnecken (Acker- und Nacktschnecken)



### Vereinfachter Lebenszyklus

Abb. 4.27

### Die wichtigsten Ackerschnecken

**Genetzte Ackerschnecke (Nacktschnecken)** – *Deroceras reticulatum* (= *Agriolimax reticulatus*) und *Deroceras agreste* (= *Agriolimax agrestis*): Diese bei uns häufigsten Arten sind für die meisten Schäden an Gartenkulturen verantwortlich. Sie bewegen sich verhältnismässig rasch. Das Atemloch der Schnecken ist deutlich hinter der Mitte des Mantelschilds. Die ausgewachsenen Tiere sind 4 bis 5 cm lang und hellbeige bis braun. Häufig sind sie mit einer dunklen, netzartigen Zeichnung versehen. Die Jungtiere sind weisslich bis beige gefärbt. Ackerschnecken leben vorwiegend oberirdisch und ernähren sich

von grünen Pflanzenteilen, aber auch von Pflanzenresten, Schimmelpilzen usw. Noch bevor Boden und Pflanzen am Morgen abtrocknen, ziehen sich die Tiere in den Boden zurück.

#### Achtung

Schnecken können ihren Entwicklungszyklus gut an die mikroklimatischen Bedingungen anpassen. In einem Gewächshaus oder Folientunnel kann deshalb der Lebenszyklus ganz anders ablaufen als im Freiland. Zudem ist es nicht selten, dass im Freiland verschiedene Generationen gleichzeitig vorkommen.

**Garten-Wegschnecke** – *Arion hortensis* und *Arion distinctus*: Das Atemloch dieser Schnecken befindet sich in der vorderen Hälfte des Mantelschildes. Die erwachsenen Tiere sind schwärzlich gefärbt und bis 3 cm lang; die Jungtiere sind graublau mit gelborangem Fuss. Diese Arten leben meist unter dem Boden. In der Nacht kommen die Tiere mehrmals an die Oberfläche und fressen für kurze Zeit an den Pflanzen. Das totale Abräumen ganzer Blumenbeete geht oft auf das Konto der Garten-Wegschnecken; die Pflänzchen werden vor oder während dem Auflaufen abgefressen. Auch Zwiebeln und Knollen werden häufig angenagt.

#### **Der Lebenszyklus der Acker- und Garten-Wegschnecken**

Diese Schneckenarten überwintern als Eier, oft auch als Jungschnecken, seltener als Erwachsene oder Halbwüchsige. Es entwickeln sich eine bis zwei Generationen pro Jahr. In der Regel setzt der Schlupf ab Februar bis April ein und dauert bis Ende Mai. Ab Mitte Juli sind erwachsene Schnecken der neuen Generation vorhanden; im September und Oktober erreichen sie die maximale Dichte. Die Eiablage erfolgt vorwiegend im August bis September; bei hoher Bodenfeuchte oder nassen Vegetationszeiten sind zwei Generationen pro Jahr möglich. Die Eiablage ist dann bereits ab Juni. Nach der Eiablage sterben die alten Tiere relativ bald. Die Wahrscheinlichkeit von Schäden ist im Frühjahr (März bis Mitte April) relativ gross, da bereits kleinere Schnecken als sogenannte Nacktschnecken im Saatbeet vorhanden sind. Nur gelegentlich verursachen überwinternde Altschnecken Schäden im Freiland. Am grössten ist die «Frassleistung» von Mai bis Juni und von Mitte August bis Ende Oktober, wenn die Schnecken gross und zahlreich sind.

#### **Bekämpfung der Schnecken**

In den Produktionsbetrieben sind die Schnecken in Freilandkulturen von Bedeutung, dazu in Topfkulturen, wenn sie über Torfsubstrate eingeschleppt wurden. Im Gartenunterhalt müssen vor allem Neuanpflanzungen und Rabatten geschützt werden. Sterile Erden und gute Hygiene verhindern, dass Schneckeneier verschleppt werden. Zudem beschleunigt ein optimales Saatbeet die Entwicklung der Kultur und behindert die Beweglichkeit der Schnecken.

Im Freiland und im Hausgarten ist eine ganzjährige Bekämpfungsstrategie wichtig. Wenn die Alttiere ihre Eier im Herbst oder Frühsommer ablegen können, ist auch die Reduktion neuer Generationen sehr schwierig. Für eine einfache Befallskontrolle kann man den Schnecken mit auf der Erde platzierten Gegenständen einen Schutz vor Sonne und Trockenheit bieten, zum Beispiel mit Brettern, Ziegeln und ähnlichen Materialien. Unter diesen Schutzstellen lässt sich ein Befall frühzeitig erkennen, und die nötigen Massnahmen können eingeleitet werden.

**Chemische Bekämpfung:** Köder mit dem Wirkstoff Metaldehyd sind bei rechtzeitigem Einsatz meist erfolgreich. Oft werden Schneckenkörner aber zu grosszügig gestreut.

#### **Nützlinge: Phasmarhabditis-Nematoden**

Die Nematoden wirken ausschliesslich gegen die kleinen Ackerschnecken. Zuwandernde Arten (zum Beispiel Spanische Wegschnecke) werden ungenügend erfasst. Die Nützlinge eignen sich daher nur für die Produktion und nicht für den Gartenunterhalt.

**Biologische Pflanzenschutzmittel:** Schneckenköder auf Basis von Eisenphosphat

Diese Schneckenköder sind in Aussehen und Wirkung den bekannten Schneckenkörnern ähnlich. Dank der guten Bodenverträglichkeit (Abbau in Eisen und Phosphat) dürfen sie in Biobetrieben verwendet werden. Auch hier gilt: gezielt und mit Mass einsetzen.

#### **Biotechnische Verfahren: Schneckenzäune**

Ganze Gemüsegärten oder auch Einzelpflanzen lassen sich mit geeigneten Zäunen vor Zuwanderung der Schnecken schützen. Wichtig ist allerdings, dass nicht mit zugeführtem Kompostmaterial neue Schnecken in die Umzäunung eingebracht werden. Die physikalischen und mechanischen Methoden – zum Beispiel das Einsammeln und Verbrühen – eignen sich nur im Hausgarten als Bekämpfungsmassnahme. Im produzierenden Gartenbau wird mit Bodenbearbeitung durch Hacken, Fräsen, Umgraben oder mit Flächensterilisation gearbeitet.

#### **Nematoden**

Nematoden werden auch Älchen oder Fadenwürmer genannt. Es sind über 25 000 Arten beschrieben, die die verschiedensten Lebensräume besiedeln. Viele parasitieren Pflanzen oder Tiere, sodass sie als Pflanzenschädlinge und Seuchenerreger eine wichtige Rolle spielen. Insektenparasitierende Nematoden werden in der biologischen Schädlingsbekämpfung eingesetzt. Zudem sind sie als Zersetzer für den Kreislauf der Stoffe im Boden wichtig.

Die Nematoden sind 0.5 bis 1 mm lang, einige Hundertstelmillimeter dick und drehrund. Sie können sich im wässrigen Milieu gut fortbewegen. Pflanzenparasitierende Arten haben als Erkennungsmerkmal einen Mundstachel. Durch Verletzungen oder durch die Spaltöffnungen können Nematoden ins Gewebeinnere eindringen. Dort stechen sie mit ihrem Mundstachel die pflanzlichen Zellwände an, saugen den Zellsaft aus und übertragen dabei Giftstoffe. Frei lebende Wurzelnematoden stechen direkt von ausserhalb der Pflanze die feinen Wurzelhaarzellen an. Die Giftstoffe im Saftstrom

verursachen Wucherungen, Wachstumsstörungen und abgestorbenes Gewebe. Die drei wichtigsten pflanzenparasitierenden Nematoden sind:

- ▶ Blattälchen
- ▶ Stängelälchen
- ▶ Wurzelälchen



Diese Hortensie hat einen verkrüppelten Wuchs wegen Stängelnematoden.

Abb. 4.28

### Biologie der Nematoden

Da Nematoden für ihre Wanderung Wasser brauchen, müssen die Pflanzen feucht sein, damit Blatt- oder Stängelälchen sich fortbewegen und über Spaltöffnungen oder Verletzungen eindringen können. Die Vermehrung erfolgt über die Eiablage im Gewebe. Während der kalten Jahreszeit ziehen sich die Nematoden in den Boden zurück und überdauern den Winter im Ruhestadium.

Die Wurzelnematoden schwimmen in der Bodenlösung, dringen in Wurzeln ein und vermehren sich im Innern. Sie können die Wurzeln aktiv wieder verlassen, um neue Wirte aufzusuchen.

Da vor allem die feineren Wurzeln geschädigt werden, zeigt die befallene Pflanze ein Wurzelsystem mit dicken und verkürzten Wurzeln. Die hervorgerufenen Wunden sind Eintrittspforten für Bakterien und Pilze.

### Bekämpfung der Nematoden

Um den Älchenbefall nachzuweisen, kann man befallene Blätter klein schneiden und in ein mit Wasser gefülltes Glas geben. Nach kurzer Zeit schwimmen die Nematoden an der Wasseroberfläche.

Blatt- und Stängelnematoden lassen sich verhindern, indem man die Pflanzen oberirdisch trocken hält. So können diese Nematoden nicht auf die Pflanze gelangen. Liegt bereits ein Befall vor, sollten die Pflanzen mit Befallssymptomen entfernt werden.

Eine gut geplante Fruchtfolge verhindert das Ausbreiten von Wurzelnematoden.

**Chemische Bekämpfung:** Substrate und Böden in Gewächshäusern lassen sich mit chemischen Desinfektionsmitteln sterilisieren. Anschliessend müssen zwingend die Wartefristen eingehalten werden; sie sind abhängig von der Temperatur. Wichtig ist die korrekte Anwendung nach Gebrauchsanleitung. Die Wirkstoffe sind gesundheits- sowie umweltgefährdend und unterliegen Wasserschutzauflagen.

**Biologische Pflanzenschutzmittel:** Biofumigation Dabei werden als Zwischenfrucht und zur Gründüngung bestimmte Pflanzenarten wie beispielsweise Tagetes angebaut, die in ihren Zellen Stoffe enthalten, die Nematoden hemmen oder gar abtöten können.

**Biotechnische Verfahren:** Substrate und Böden können mittels Dampf sterilisiert werden. Dadurch wird die gesamte Bodenflora und -fauna abgetötet.

### Mäuse und Maulwürfe

Wühlmäuse und Feldmäuse treten im Abstand von einigen Jahren vermehrt auf. Vor allem die Wühlmäuse führen lokal immer wieder zu grossen Schäden in Naturwiesen, Ziergärten sowie Obst- und Gemüsekulturen. Die Tiere werden auch oft von Katzen, die im Feld mausen, in die Hausgärten verschleppt, wo sie, nachdem die Katze sie freigegeben hat, grosse Schäden verursachen können. Der Maulwurf schadet nur indirekt durch die unansehnlichen Hügel. Er ist zudem ein wichtiger Wegbereiter für Wühlmäuse, die seine Gänge übernehmen. Die Mäusebekämpfung in der Landwirtschaft ist aufwendig, leer gemauste Flächen werden vom Rand her bald wieder besiedelt. Eine überbetriebliche Zusammenarbeit lohnt sich also.

#### Feldspitzmäuse (*Crocidura leucodon*)

Die Gattung der Spitzmäuse (*Soricidae*) ist sehr artenreich und gehört nicht zu den Nagetieren, sondern zu den Insektenfressern. Neben den Feldspitzmäusen gibt es auch die Wald-, die Garten-, die Hausspitzmaus und viele mehr. Sie ernähren sich von allerlei Insekten und Larven und gelten deswegen als nützlich.

Der Einsatz von Giftködern ist gesetzlich stark eingeschränkt. Wegen Vergiftungsgefahr von Wild- und Haustieren ist er in Gartenanlagen ganz zu unterlassen. Chemische Vergasungspatronen entwickeln eine starke Geruchsbelästigung beim Einsatz.

Unterschiede zwischen Mäusen und Maulwürfen			
	<b>Wühlmaus</b> <i>Arvicola terrestris</i> Schermaus, Nueler	<b>Feldmaus</b> <i>Microtus arvalis</i> , Springer, Springmaus	<b>Maulwurf</b> <i>Talpa europaea</i> , Schär
Aussehen			
	12–16 cm lang, braun, Unterseite weiss/grau	9–11 cm lang, grau/braun	12–15 cm lang, schwarz/grau
Bau			
	Mittelgrosse und kleine, abgeflachte Haufen; Ausgang schräg, am Rand der Haufen Hochovale Gänge	Viele Gänge, teils oberirdisch, teils unterirdisch; keine oder ganz kleine Erdhaufen Runde Gänge	Grosse, runde Haufen; Loch mitten unter dem Haufen Querovale Gänge
Nahrung	Vor allem Wurzeln (Kräuter, Klee, Bäume, Sträucher), Zier- und Speisezwiebeln, Karotten, Lauch und Wintersalate	Körner, Blätter; schält gerne ringförmig die Rinde der Obstbaumstämme (ringeln), Wurzeln	Würmer, Insektenlarven wie Drahtwurm, Engerlinge, Schnecken
Vermehrung	3–5 Würfe à 4–6 Junge 1 Maus im Frühjahr ▶ 10–20 Mäuse im Herbst Massenvermehrung bis 1000 Tiere/ha	3–10 Würfe à 4–13 Junge 1 Maus im Frühjahr ▶ 20–40 Mäuse im Herbst Massenvermehrung bis 4000 Tiere/ha	1–2 Würfe à 2–7 Junge 1 Maulwurf im Frühjahr ▶ 5–10 Maulwürfe im Herbst Keine Massenvermehrung
Schaden	An Grasnarben und Zierrasen, in Obstkulturen, Zier- und Gemüseärten Grosse Ertragsausfälle	Grasnarbenschäden, «Fällen» von Getreidehalmen, Schäden in Obstkulturen, Zier- und Gemüseärten Mittlere Schäden	Verschmutztes Futter, Maschinenverschleiss, Wegbereiter (Gänge) für Wühlmäuse Lokale Schäden
Natürliche Feinde	Eulen, Füchse, Hauskatzen, Greifvögel, Graureiher, Wiesel und Hermeline		Wiesel
Mechanische Bekämpfung	Fallen, insbesondere in Obstanlagen, Parks und Ziergärten mit den bekannten Ringlifallen oder den neueren Topcat-Fallen		Bekämpfung wird nicht empfohlen, da nützlich; eher vertreiben
Chemische Bekämpfung	Vergasung mit speziellen Maschinen oder Ködern		Nicht zweckmässig, da nützlich

Abb. 4.29

Ihre Lagerung und auch die Anwendung sind sehr problematisch und gefährlich. Sie sind für den gärtnerischen Einsatz nicht geeignet.

## Pilzliche Schaderreger

Pilze werden in der Systematik oft dem Reich der Pflanzen zugeordnet. Ihnen fehlt jedoch das Chlorophyll, das die Pflanzen zur Photosynthese befähigt. Aus diesem Grund müssen die Pilze 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. Viele Pilze sind auch auf eine *saprophytische* (zersetzende) Lebensweise eingestellt. Die für Gärtner relevanten Pilze lassen sich grob in vier Gruppen einteilen:

- ▶ Essbare oder giftige Waldpilze (zum Teil sehr wichtige Symbionten)
- ▶ Nützliche Bodenpilze (wichtig für die Humusbildung)
- ▶ Schadpilze an Gartenpflanzen
- ▶ Insekten- und nematodenparasitische Pilze (natürliche Schädlingsregulatoren)

## Aufbau und Fortpflanzung der Pilze

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

Die Hyphen durchwachsen das Nährsubstrat oder das 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. Als Folge stirbt das befallene Gewebe ab. Die toten Gewebeteile sind als Schadbild von blossen Auge erkennbar. Die Schadbilder der Pilzkrankheiten variieren je nach Pilzart und Kulturpflanze stark. Befallene Pflanzenteile können partiell aufgehellte, verfärbt oder 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 und 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.

### Von Pilzen verursachte Krankheitserscheinungen

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

## Verbreitungsformen von Schadpilzen

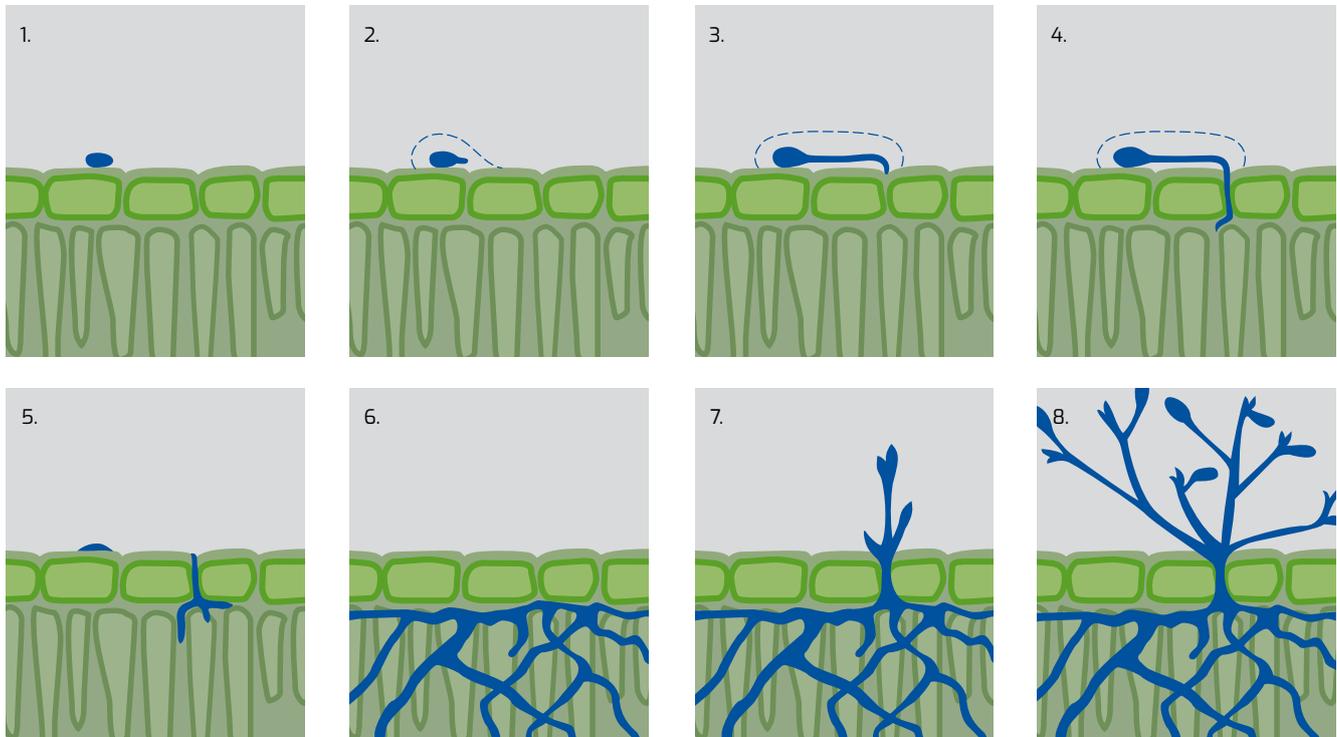
*Gewebeparasiten* dringen von aussen in bestimmte Pflanzenteile ein. Zum Teil werden nur Saugorgane (*Haustorien*) ins Innere der Zellen getrieben. Sie versorgen den Pilz mit Nährstoffen. Gewebeparasiten kann man mit Spritzmitteln von aussen direkt erreichen und beeinflussen.

*Beispiele:* Echter Mehltau, Krautfäule (*Phytophthora infestans*)

*Gefässparasiten* dringen in die Pflanze ein. Die Pilzhypen gelangen meist über die Wurzeln in die Leitungsbahnen und verstopfen sie. Dadurch wird der Saftstrom unterbrochen, was oft zum Absterben der gesamten Pflanze führt. Infektionen durch Gefässparasiten können mit Spritzmitteln von aussen nicht oder nur sehr schlecht bekämpft werden. Darum sind vorbeugende Massnahmen sehr wichtig. Dazu gehören eine ausgeglichene Ernährung der Pflanzen, der Einsatz von resistenten Sorten sowie das Vermeiden von Verletzungen beim Pflanzen.

*Beispiele:* Asterswelke (*Fusarium oxysporum*, *Fusarium culmorum*), Stängelgrundfäule (Schwarzbeinigkeit der Setzlinge, zum Beispiel *Pythium debaryanum*), Zwiebel-fäule (*Fusarium oxysporum*)

## Entwicklung einer Pilzkrankheit



Befall einer Wirtspflanze durch eine Pilzkrankheit

Abb. 4.30

### 1. Ansteckung oder Kontamination

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

### 2. Sporenceimung

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

### 3./4. Infektion

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

### 5./6. Inkubation

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

### 7./8. Sporenbildung (Fruktifikation)

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

## Echter Mehltau

Die Bezeichnung Echter Mehltau ist vom Schadbild abgeleitet: Eine befallene Pflanze sieht aus, als ob Mehl darüber gestreut worden wäre. Der Echte Mehltapilz lässt sich – anders als der Falsche Mehltau (siehe Seite 76) – von den Blättern abstreifen, da er bloss oberflächlich in die Zelle eindringt. Der Pilz wurde Anfang des 18. Jahrhunderts von Amerika nach England eingeschleppt und dort erstmals von einem Gärtner beschrieben.



**Echter Mehltau**

Abb. 4.31

### Biologie des Echten Mehltapilzes

Echter Mehltau kann sich auf allen oberirdischen Pflanzenteilen befinden, zum Beispiel auf der Blattunter- oder -oberseite, an Blüten, Knospen, Früchten, Stängeln, Dornen und Ranken. Der weissliche, mehlartige Belag breitet sich flächendeckend aus. Das Myzel (Pilzgeflecht) befindet sich ausserhalb des Pflanzengewebes; der Pilz ernährt sich durch Haustorien (Saugorgane), die in die äusseren Zellen der Pflanze eindringen und ihr Nährstoffe entziehen. Durch den Zellsaftverlust fallen die Zellen in sich zusammen; als Schadbild zeigen sich gelbe bis braune, unregelmässige Flecken, zum Beispiel auf den Blättern. Gefördert wird die Entwicklung durch trockenwarmes, windiges Klima. Der Pilz benötigt kein Wasser für die Infektion.

### Bekämpfung des Echten Mehltapilzes

Zur Vorbeugung sollten die Klimabedingungen für die Pflanzen optimiert und Trockenheit, hohe Wärme sowie Zugluft vermieden werden. Wichtig ist die Sortenwahl, zum Beispiel bei Rosen, Kalanchoe, Begonienarten, Delphinium, Phlox und vielen anderen.

Abb. 4.32

**Chemische Bekämpfung:** In früheren Jahren konnte Echter Mehltau nur mit Schwefel behandelt werden; heute gibt es eine Vielzahl von Wirkstoffen. Verschiedene Mittel dürfen wegen möglicher Resistenzbildung nur ein- oder höchstens zweimal auf die gleichen Pflanzen ausgebracht werden. Wegen dieser Gefahr muss der Gärtner die Anleitung der Pflanzenschutzmittelhersteller genau befolgen.

**Biologische Pflanzenschutzmittel:** Fenchelöl, Kalium-Bicarbonat (Armcarb), Schwefel  
Fenchelöl gilt als sogenannter Elicitor. Das heisst, es stärkt die pflanzeigenen Abwehrmechanismen und hindert den Pilz am Eindringen ins Pflanzengewebe. Bei Elicitoren empfiehlt sich eine vorbeugende Behandlung in Abständen von 7 bis 10 Tagen.  
Die beiden anderen Wirkstoffe wirken vor allem kurativ. Sie töten den Pilz auf der Pflanzenoberfläche ab. Die Behandlungen sollten spätestens ab Befallsbeginn durchgeführt werden.

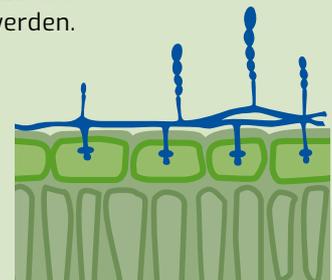
## Falscher und Echter Mehltau

Ausser dass sie fast den gleichen Namen tragen, haben diese zwei Krankheiten nichts miteinander zu tun! Weder das Schadbild noch die Bekämpfung sind gleich. Es ist aber äusserst wichtig, dass der Gärtner diese Pilze voneinander unterscheiden kann. Das wichtigste Unterscheidungsmerkmal ist:

### Echter Mehltau

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

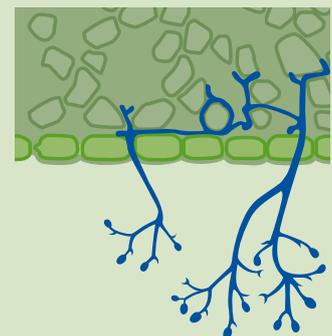
*Echter Mehltau haftet nur an den obersten Zellen.*



### Falscher Mehltau

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

*Der Pilz ist in das Gewebeinnere eingedrungen.*





Rost auf einem Rosenblatt

Abb. 4.33



Rost auf einem Chrysanthemenblatt

Abb. 4.34



Auf mit Gitterrost befallenem Juniperus werden ab Mitte April bis Mai orange Zäpfchen sichtbar.

Abb. 4.35

## Rostpilze

Es sind einige Tausend Arten von Rostpilzen (*Uredinae*) bekannt. Unterschieden werden die zwei hauptsächlichen Rosttypen nach ihrer Entwicklung auf den Wirtspflanzen:

- ▶ Nicht wirtswechselnde Rostarten:  
Die gesamte Entwicklung des Pilzes läuft auf derselben Wirtspflanze ab.
- ▶ Wirtswechselnde Rostarten:  
Diese Rostpilze benötigen zur Entwicklung zwei verschiedene Pflanzengattungen.

### Biologie der nicht wirtswechselnden Rostarten

Unter der Oberhaut der Blätter und manchmal der Stängel der Wirtspflanzen entstehen Aufwölbungen, die bei der Sporenbildung verschiedenartige Pusteln entwickeln. Beim Aufplatzen der Sporenlager werden Tausende von Sporen ausgeworfen.

Die Blätter und die Pusteln vergilben in der Regel, werden auch braun und können abfallen. Die Entwicklung wird durch feuchtwarmes, windiges Klima gefördert.

Beispiele von nicht wirtswechselnden Rostpilzen sind:

- ▶ Pelargonienrost
- ▶ Rosenrost
- ▶ Weidenrost
- ▶ Weisser Chrysanthemenrost
- ▶ Viele weitere

### Bekämpfung der nicht wirtswechselnden Rostarten

Zur Vorbeugung dienen bessere Klimabedingungen für die Pflanzen; nasses Laub, hohe Wärme sowie Zugluft sind zu vermeiden. Wichtig ist die Wahl geeigneter Sorten, zum Beispiel bei Rosen, Dendranthemen, Pelargonien, Nelken und vielen mehr. Bei mehrjährigen Stauden hilft das Zurückschneiden von alten Blättern den Frühbefall im Frühling zu reduzieren.

Zu beachten sind auch Hygienemaßnahmen (Einkauf von nicht kontaminierten Jungpflanzen und sorgfältige Weitervermehrung).

**Chemische Bekämpfung:** Rostfungizide können – bei gezieltem Einsatz – gut vor einer Infektion schützen. Bei fortgeschrittenem Befall erweisen sich Rostkrankheiten als recht hartnäckig und müssen mit wiederholten Behandlungen ausgemerzt werden. Befallenes Gewebe erholt sich in der Regel nicht mehr.

**Biologische Bekämpfung:** Die direkte Bekämpfung mit biologischen Fungiziden ist schwierig. Vorbeugende Einsätze mit Fenchelöl haben eine Teilwirkung. Es gilt, die erwähnten Massnahmen zur Vorbeugung zu treffen. Wichtig sind vor allem ein schnelles Abtrocknen der Kulturen und eine zurückhaltende Düngung.

### Biologie der wirtswechselnden Rostarten

Für die Entwicklung dieser Rostpilze sind zwei verschiedene Pflanzenindividuen nötig; gesprochen wird vom Sommerwirt und vom Winterwirt. Gut sichtbar ist der Sommerbefall, der in der Regel grössere Schäden verursacht.

Wie die Entwicklung abläuft, sei am Beispiel des Gitterrostes aufgezeigt: Dieser Pilz lebt auf dem Wachholder und auf dem Birnbaum. Das Myzel besiedelt die Zweige des Wachholders dauerhaft, was an den verdickten Stellen zu erkennen ist. Im Frühling, ab Mitte April, wachsen an diesen Stellen orange-gelbe, 1 bis 2 cm lange Zäpfchen hervor. Bei feuchter Witterung quellen sie zu schleimigen, lappenartigen Gebilden auf (Teleudosporien). Diese werden vom Wind verbreitet und sind nicht fähig, erneut den Wachholder zu befallen. Beim Kontakt mit Birnenblättern aber wächst als Erstes eine andere Sporenart, die Basidiosporen. Durch die Infizierung entstehen ungefähr im Juni orangefarbene Flecken auf den Birnbaumblättern. Während der Sommermonate entwickeln sich auf der Blattunterseite warzenähnliche Höcker, die im September bis Oktober aufspringen und rötliches Sporenpulver freigeben (Aecidien-sporen). Diese können erneut den Wachholder infizieren, wodurch sich der Kreislauf schliesst.

Für die Entwicklung des Pilzes auf den Pflanzen sind die Klimabedingungen von grosser Bedeutung. Windstärke, Windrichtung, Regenmenge und die Distanz zwischen den beiden Wirtspflanzen sind entscheidend für einen Befall.

Beispiele von wirtswechselnden Rostpilzen sind:

- ▶ Birnen-Gitterrost auf Wachholder
- ▶ Föhrenrinden-Blasenrost auf Pfingstrosen
- ▶ Kiefern-Blasenrost auf Johannisbeeren
- ▶ Kronen-Getreiderost auf Berberitze
- ▶ Zwetschgen-Rost auf Anemonen

### Bekämpfung der wirtswechselnden Rostarten

Als Vorbeugung gegen diese Arten von Rostpilzen sollte man auf die oben genannten Klimafaktoren achten. Einige Rostpilze lassen sich teilweise mit dem Verzicht auf den zweiten Wirt ausrotten.

**Chemische Bekämpfung:** Eine chemische Bekämpfung ist beim Winterwirt in den meisten Fällen nicht möglich. Der Sommerwirt hingegen lässt sich chemisch oft gut bekämpfen. Zum Beispiel können Birnbäume vorbeugend behandelt werden.

**Biologische Bekämpfung:** Ausser Kupfer ist zurzeit keine der biologischen Methoden praxistauglich.

### Graufäule (*Botrytis cinerea*)

Im Volksmund wird dieser Pilz als Grauschimmelpilz bezeichnet. Er tritt an einer Vielzahl von Pflanzen auf, ist überall vorhanden und kann als Schwächeparasit unbedeutende Schäden, aber auch einen Totalausfall bewirken.



**Botrytis**

Abb. 4.36

### Biologie von Botrytis

*Botrytis* befällt viele Nutzpflanzen, insbesondere Gemüse, Beeren, Obst und Reben, aber auch Ziergehölze, -stauden und Warmhauspflanzen. Der Pilz verbreitet sich schnell auf Pflanzen, die wegen ungünstiger Lebensbedingungen geschwächt sind. Die Ausbreitung wird durch mehrere Faktoren begünstigt:

- ▶ Fehlende Luftzirkulation
- ▶ Ungenügender Pflanzenabstand
- ▶ Hohe Luftfeuchtigkeit (Temperaturrückgang mit Taubildung)
- ▶ Nasskalte Böden
- ▶ K- und Ca-Mangel
- ▶ N-Überschuss
- ▶ Vorhandenes Zuckerangebot von Blattlausauscheidungen, Pflanzensaft oder Nektar

Der Pilz lebt normalerweise auf abgestorbenen oder faulenden Pflanzenteilen und zerstört Zellen von lebenden Pflanzen. Die Sporen verbreiten sich bei der geringsten Luftbewegung.

Es gibt drei Infektionsmöglichkeiten:

- ▶ Konidieninfektion mit Sommersporen, die bei Temperaturen von 3 bis 39 °C erfolgen.
- ▶ Myzelieninfektion: Das Myzel wächst von Pflanzenteil zu Pflanzenteil.

- Sklerotieninfektion durch 1 bis 4 mm grosse Dauersporen: Mit den Sklerotien kann der Pilz ungünstige Perioden bis zu zwei Jahre lang überdauern.

#### Bekämpfung von Botrytis

Es empfiehlt sich, auf anfällige Pflanzensorten zu verzichten. Gute Wachstumsbedingungen und eine angepasste Pflege sind die wirksamsten Vorbeugungsmassnahmen. Abgestorbenes Pflanzenmaterial sollte möglichst schnell entfernt werden.

**Chemische Bekämpfung:** Die chemische Bekämpfung kann mit einem empfohlenen Fungizid durchgeführt werden.

**Biologische Bekämpfung:** Direkt wirkende biologische Botrytizide sind momentan nicht erhältlich.

#### Falscher Mehltau

Der Falsche Mehltau hat nichts mit dem Echten Mehltau (siehe Seite 73) zu tun! Der Pilz findet sich in aller Regel an der Blattunterseite, wo er über die Spaltöffnungen in die Zellen eindringt. Wenige Pflanzen haben auch Spaltöffnungen auf der Blattoberseite (Kopfsalat) oder an grünen, weichen Stängeln (Kartoffeln).

#### Biologie des Falschen Mehltaus

Das Pilzmyzel, das durch die Spaltöffnungen in die Zellen gelangt ist, lebt vom Zellsaft. Die Zellen im Blattinnern werden vernichtet, der Schaden ist auf der Blattober- und -unterseite sichtbar als gelbe bis braune, unregelmässige Flecken, die manchmal von Blattnerven abgegrenzt sind. Beim Ausbruch der Sporangien, die aus den Spaltöffnungen wachsen, entsteht durch die Sporenlager auf der Blattunterseite ein schmutziggrauer bis cremeweisser, später brauner Belag.



Falscher Mehltau an Viola  
Abb. 4.37

Eine Infektion mit Falschem Mehltau kann nur stattfinden, wenn Wasser für die Keimung der Sporen vorhanden ist. Der Pilz braucht wenig Luftbewegung und hohe Luftfeuchtigkeit, zum Beispiel nach Taubildung in der Nacht, bei feuchter Witterung oder wenn Zierpflanzen am Abend über die Blätter gegossen werden.

#### Bekämpfung des Falschen Mehltaus

Die beste Vorbeugung ist das Vermeiden zu hoher Luftfeuchtigkeit; damit lässt sich ein Befall stark reduzieren. Eine regelmässige Kontrolle von gefährdeten Pflanzen ist wichtig, damit bei einem Erstbefall sofort reagiert werden kann.

**Chemische Bekämpfung:** Verschiedene Fungizide sind wirksam.

**Biologische Pflanzenschutzmittel:** Kupfer, Saure Tonerde (Mycosin, Mycosan), Steinmehle  
Kupfer ist der einzige biologische Wirkstoff, der eine kurative Wirkung gegen den Falschen Mehltau besitzt (Vorsicht Farbrückstände). Produkte auf der Basis von Steinmehlen haben eine Teilwirkung.

#### Verrufenes Kupfer

Wenn Kritik am biologischen Pflanzenschutz laut wird, sind es immer die kupferhaltigen Fungizide, die in den Vordergrund gerückt werden. Es ist richtig, dass sich das Schwermetall Kupfer bei hohen Einsatzmengen auf den immer gleichen Flächen – zum Beispiel im Rebbau – im Boden anreichern kann. Aus diesem Grund sind maximale Aufwandmengen pro Jahr festgelegt, die nicht überschritten werden dürfen. Auf der anderen Seite darf nicht vergessen werden, dass Kupfer auch ein Mikronährstoff für die Pflanzen ist. Die Kupfermengen, die bei den in diesem Leitfaden angesprochenen Kulturen eingesetzt werden, sind vernachlässigbar.

#### Krautfäule

Krautfäule (*Phytophthora infestans*) gehört zu derselben Familie von Pilzen wie der Falsche Mehltau.

#### Biologie der Krautfäule

Kraut- und Knollenfäule bei Kartoffeln sowie Kraut- und Braunfäule bei Tomaten sind wichtige Krankheiten dieser zwei Pflanzengattungen. Der Pilz überwintert beim hiesigen Klima vor allem in Lagerräumen auf leicht befallenen Knollen. Werden diese Knollen als Saatkartoffeln verwendet, entwickeln sie

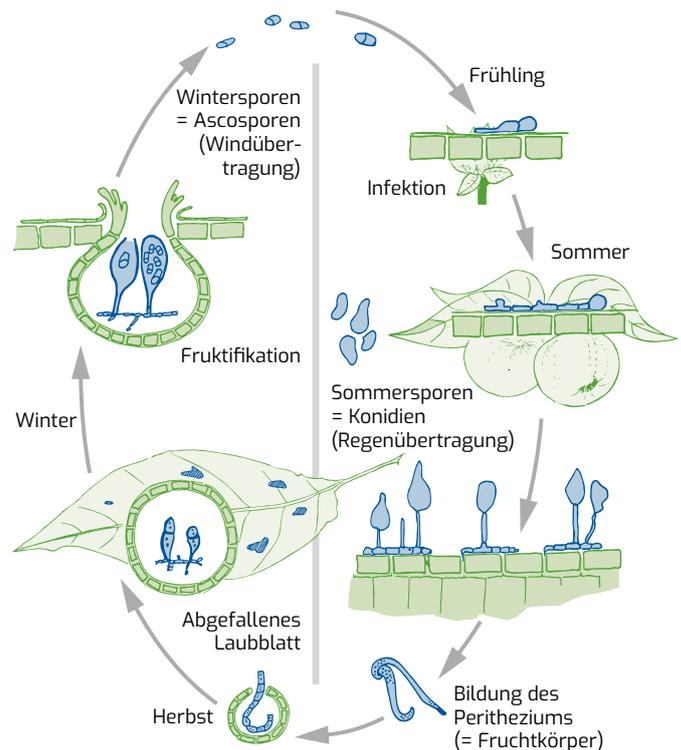
im Frühling vorwiegend normale Triebe. In einem der Triebe aber wächst das Myzel an die Bodenoberfläche. Ist diese erreicht, bildet sich ein Schimmelrasen aus Sporentägern. Von dort werden die Sporen mittels Wassertropfen weiterverbreitet, zuerst auf die übrigen Triebe der Pflanze und anschliessend auf die benachbarten Pflanzen.

Auf der Unterseite der Krautfäuleflecken bilden sich Sporangien, die vom Wind verbreitet werden. Bei Nässe treten aus den Sporangien die Zoosporen aus, die mittels Geisseln zu geeigneten Infektionsstellen schwimmen. Bei günstigen Bedingungen breitet sich die Krankheit schnell über grosse Distanzen aus. Lang anhaltende Blattnässe und Temperaturen von 15 bis 23 °C sind ideale Bedingungen für die Ausbreitung von Krautfäule.

Ein Teil der Sporangien und Zoosporen wird mit dem Regenwasser in den Boden gewaschen und infiziert dort die Kartoffelknollen. Diese faulen noch im Boden oder später im Lager.

Leicht infizierte Knollen überdauern im Lager und sind der Ausgangspunkt für die Ausbreitung der Krankheit im neuen Jahr.

Die Infektion von Tomaten erfolgt im Normalfall über Sporangien von Kartoffelfeldern aus.



Der Lebenszyklus von Schorf

Abb. 4.38

### Bekämpfung der Krautfäule

Damit die Pflanzen schnell abtrocknen, muss der Pflanzort möglichst offen und windexponiert sein. Da der Pilz für die Keimung Wasser benötigt, baut man Tomaten am besten abgedeckt an und entfernt die unteren Blätter. Gewächshäuser sind gut zu lüften.

**Chemische Bekämpfung:** Verschiedene Fungizide sind wirksam.

**Biologische Bekämpfung:** Im biologischen Landbau ist Kupfer der einzige Wirkstoff, der eine Wirkung gegen Krautfäule hat.

### Schorf

Der Schorfpilz ist eine der bedeutendsten Krankheiten beim Kernobst. Würde er in den Obstanlagen nicht bekämpft, käme es bei den heute bevorzugten Sorten zu einem Ernteausfall von bis zu 100%.

#### Biologie von Schorf

(Apfel: *Venturia inaequalis*, Birnen: *Venturia pirina*)

Blattschorf schränkt die Assimilation ein. Werden Blätter früh und stark befallen, kann es zu vorzeitigem Blattfall kommen. Fruchtschorf kann bei frühzeitigem Befall zu Fruchtfall führen. Spätere Infektionen verunstalten die Früchte und vermindern die Lagerfähigkeit. Der Pilz überwintert an den abgefallenen Blättern unter dem Baum. Im Frühling werden die Ascosporen mithilfe



Schorf auf einem Apfel

Abb. 4.39

von Regen und Wind an die jungen Triebe und Früchte geschleudert, verankern sich dort an der Oberfläche und wachsen weiter. Da nicht alle Sporen gleichzeitig reif sind, werden bei jedem Regenwetter von April bis Juni neue freigesetzt.

Damit die Sporen keimen und die Pflanzen infizieren können, müssen die Blätter längere Zeit nass sein. Je tiefer die Temperatur, desto länger braucht der Pilz, um die Blätter oder die Früchte zu infizieren. Bei 10 °C dau-



Blattfleckenkrankheit auf *Hedera helix*

Abb. 4.40

ert dies 14 Stunden, bei 20 °C nur 9 Stunden. Trocknet das Blatt schneller, als für eine Infektion notwendig ist, wird kein Myzel gebildet und die Sporen sterben in der Folge ab.

Nach der Inkubationszeit bildet sich ein Pilzrasen, der aus Sporenträgern und Konidien besteht. Diese Sommersporen können wegen ihres hohen Gewichts nicht mehr vom Wind verweht werden. Sie werden meist von Wassertropfen aufgenommen und in tiefer liegende Kronenpartien transportiert. Das heisst, Bäume, die im August schorffrei sind, werden nicht mehr befallen. Ist ein Baum aber auch nur leicht befallen, kann sich die Krankheit noch sehr stark ausbreiten.

#### Bekämpfung von Schorf

Zur Vorbeugung sollte man auf schorffresistente Sorten achten und Standorte wählen, wo die Blätter möglichst schnell abtrocknen. Zudem empfiehlt es sich, im Herbst das Falllaub einzusammeln.

**Chemische Bekämpfung:** Für die chemische Bekämpfung standen früher nur Kontaktfungizide zur Verfügung, die bloss vorbeugend eingesetzt werden konnten. Also musste während der gesamten möglichen Infektionszeit ein schützender Fungizidbelag auf Blättern und Früchten liegen.

Mit neueren systemischen Mitteln lässt sich der Schorf gezielter bekämpfen. Mit Messungen der Blattnassdauer und der Temperatur wird laufend überprüft, ob eine Spritzung notwendig ist.

**Biologische Pflanzenschutzmittel:** Kupfer, Saure Tonerde (Mycosin, Mycosan), Steinmehle

### Septoria

Diese Krankheit kommt auf Sellerie, Erdbeeren, Chrysanthemen und diversen anderen Nutz- und Zierpflanzen vor.

#### Biologie der Septoria-Blattfleckenkrankheit

Der Septoria-Pilz überwintert im Boden auf infiziertem Pflanzenmaterial. Im Frühjahr bilden sich auf diesem Material neue Pilzsporen, die vom Regen auf die unteren Blätter der Pflanze übertragen werden.

Insbesondere bei feuchter Witterung kann Septoria stärker auftreten. Ein erster Befall zeigt sich daher meist dann, wenn die Bestände sich zu schliessen beginnen und gleichzeitig häufig Niederschläge fallen. Wenn sich die Befallsflecken ausbreiten, vergilben die Blätter sehr schnell und sterben vorzeitig ab.

#### Bekämpfung von Septoria

Da der Pilz für die Infektion Feuchte braucht, sind die Pflanzen insbesondere am Abend trocken zu halten. Zudem darf der Pflanzenbestand nicht zu dicht sein. In Gewächshäusern lässt sich die Feuchte mit Ventilation, Lüftung und/oder Heizung senken. Wenn möglich, sollte man resistente Sorten einsetzen.

**Chemische Bekämpfung:** Es stehen verschiedene Pflanzenschutzmittel zur Verfügung.

### Sternrusstau (Marssonina)

Sternrusstau ist eine der häufigsten Pilzkrankheiten an Rosen. Die Blätter zeigen zunächst runde, schwarzbraune Flecken, die sich oft sternförmig ausbreiten. Dann vergilben die Blätter und fallen schliesslich ab. Bei starkem Befall können die Pflanzen vollständig entlauben. Dies führt zu einer Schwächung der Pflanze, die Triebe reifen im Herbst nur mangelhaft aus und sind deshalb weniger frosthart. Marssonina kann auch an Apfelbäumen, Nussbäumen und Pappeln auftreten.

#### Biologie des Sternrusstaus (*Marssonina rosae*)

Der Pilz überwintert auf abgestorbenen Blättern am Boden oder auf infizierten Trieben und Knospen. Im Frühjahr bei feuchter Witterung werden aus den Fruchtkörpern Sporen freigesetzt. An der Infektionsstelle bildet sich ein Myzel und es werden neue Fruchtkörper gebildet, die laufend Konidien freisetzen. Auf diese Weise kann der Pilz vom Frühling bis in den Herbst viele Infektionen auslösen. Die Hauptbefallszeit ist ab Juli/August, bei stark anfälligen Sorten auch schon früher. Die Ausbreitung wird begünstigt durch kühlfeuchte Witterung und schattige, feuchte Standorte.



Stark mit Sternrusstau befallenes Rosenblatt

Abb. 4.41

### Bekämpfung des Sternrusstaus

Zur Vorbeugung meidet man stark anfällige Sorten und schattige sowie feuchte Standorte. Bei der Produktion von Schnittrosen sollten die Pflanzenblätter trocken gehalten werden.

**Chemische Bekämpfung:** Wer bei anfälligen Sorten gesunde Pflanzen erhalten will, muss frühzeitig mit Fungizidspritzungen anfangen und diese in regelmäßigen Abständen wiederholen

### Schrotschusskrankheit

Diese Krankheit befällt Kirschen, Zwetschgen und Pflaumen. Sie kann aber auch auf anderen Steinobstarten und Prunusarten (zum Beispiel Kirschlorbeer) vorkommen. Zuerst zeigen sich auf den Blättern aufgehellte Punkte, die sich rötlichbraun verfärben. Später fallen die Stellen heraus, wodurch ein 1 bis 10 mm grosses Loch entsteht. An den Früchten bilden sich schwärzliche, eingesunkene Punkte oder Flecken mit rotem Rand. Diese Früchte verkrüppeln, reissen auf, vertrocknen bzw. verfaulen und werden abgestossen. Zudem können Triebe befallen werden.

### Biologie der Schrotschusskrankheit (*Clasterosporium carpophilum*)

Bei feuchtkühler, niederschlagsreicher Frühjahrswitterung vermehrt sich die Krankheit explosionsartig. Die Konidien werden über die Regentropfen verbreitet. Der Pilz dringt direkt durch die Epidermis oder durch Spaltöffnungen ins Gewebe ein. Da die an den Infektionsstellen neu gebildeten Sporen vom Regen abgeschwemmt werden, sind häufig die untersten Blätter am stärksten betroffen. Direkt nach dem Blattfall sind – wiederum bei feuchter Witterung – Spätinfektionen möglich. Bevor-

zugte Eintrittspforten sind die noch nicht verkorkten Blattansatzstellen, die sich unmittelbar unter den für das nächste Jahr ausgebildeten Knospen befinden. Von dort aus dringt der Pilz in den Trieb ein, wobei er die «Augen» und das umgebende Rindengewebe zerstört. Massives Auftreten der Schrotschusskrankheit führt zu vorzeitigem Blattfall, Triebsterben, Gummifluss und Ernteausfall.

### Bekämpfung der Schrotschusskrankheit

Zur Vorbeugung sollte befallenes Laub entfernt werden. Zudem können stark befallene Bäume zurückgeschnitten werden. Durch diese Massnahmen wird der Befallsdruck gesenkt, und der Schnitt führt zu schnellerem Abtrocknen der Krone nach Niederschlägen.

**Chemische Bekämpfung:** Bei intensivem Vorjahresbefall werden mehrere Fungizidbehandlungen notwendig.

### Pathogene Bodenpilze

Verschiedene Pilze können im Boden überdauern und von dort aus Pflanzen befallen. Sie werden unter dem Sammelbegriff «pathogene Bodenpilze» zusammengefasst. Nachfolgend werden die für den Gartenbau wichtigsten dieser Pilze beschrieben.

### Biologie von *Rhizoctonia* (*Rhizoctonia solani*)

Dieser Pilz verursacht am Fuss der Pflanzen oft Faulstellen und am Spross helle Flecken, die später einfallen und eintrocknen. Bei ungünstigen Witterungs- oder Kulturbedingungen können verschiedene Zierpflanzen von *Rhizoctonia* befallen werden. Ungünstig sind: einseitige N-Düngung, lang andauernde Nässe und tiefe Temperaturen. Der Pilz überwintert im Boden. Vom Boden her dehnt er sich durch die Rinde nach oben aus. Er wird aber auch über Saatgut oder durch kontaminiertes Vermehrungsmaterial übertragen.

### Bekämpfung von *Rhizoctonia*

Befallene Pflanzen müssen sofort vernichtet werden. Vorbeugend lassen sich Standflächen und Erden chemisch oder mit Dampf desinfizieren.

### Biologie der Fusariumwelke, Fusskrankheit (*Fusarium oxysporium*)

Bei Fusariumbefall vergilben als Erstes die älteren Blätter, später welken sie und sterben ab. Die Blätter welken also von unten nach oben. Der Pilz führt schliesslich zum Absterben der Pflanze. Zuerst werden vor allem bereits geschwächte Pflanzen befallen.

Die Fusariumpilze dringen durch die Leitbündel meist vom Boden her in die Pflanze ein. Das Myzel verstopft die Leitbahnen. Wird ein befallener Trieb aufgeschnitten, werden die braun gefärbten Gefässe sichtbar.



**Begonia mit starkem Rhizoctoniabefall auf einem Friedhof**  
Abb. 4.42



**Deutlich sichtbare Faulstellen durch Fusarium in einer Cyclamenknolle**  
Abb. 4.43



**Euphorbia pulcherima sind anfällig auf Wurzelbräune: gesunde (Mitte) und kranke Pflanzen im Vergleich.**  
Abb. 4.44

#### **Bekämpfung der Fusariumwelke**

Bekämpfen lässt sich der Pilz nur mit einer gründlichen Desinfektion des Bodens, der Standfläche und der Substrate – oder mit einem Standortwechsel.

#### **Biologie von Verticillium (*Verticillium albo-atrum*)**

Nach Schönwetterperioden lässt sich trotz ausreichend Wasser beobachten, dass die Blätter von unten her welken und schlaff herabhängen. Sie verfärben sich gelb, rot bis braun und trocknen ein. Das Wachstum stockt, die Blütenfarbe ist blass. Bei befallenen Bäumen und Sträuchern ist im Querschnitt des Triebes eine ringförmige Verbräunung im Bereich des Splintholzes zu finden. Die vom Pilzmyzel besiedelten Leitungsbahnen sind braun verfärbt.

Der Pilz wächst vom Boden her in den Leitungsbahnen nach oben. Es bildet sich ein langes Myzel, das die Bahnen verstopft.

#### **Bekämpfung von Verticillium**

Mit einer gründlichen Desinfektion des Bodens, der Standfläche und der Substrate lässt sich der Pilz bekämpfen. Auch ein Standortwechsel hilft. Stark befallene Pflanzen sind zu vernichten.

#### **Biologie der Wurzelbräune (*Thielaviopsis basicola*)**

Bei einem Befall vergilben als Erstes die Blätter, später werden sie abgeworfen. Dies kann zum Absterben ganzer Pflanze führen. Auf den verbräunten, trockenfaulen Wurzeln lassen sich mit der Lupe Anhäufungen der dickwandigen Dauersporen als braunschwarze, punktförmige oder strichförmige Strukturen erkennen. Der Pilz lebt auf abgestorbenen Pflanzenresten im Boden. Von dort dringt er in die Wurzeln ein. Das Auftreten des Pilzes wird begünstigt durch einen hohen Salzgehalt, Temperaturschwankungen, ungünstige pH-Werte und die Substratfeuchte.

#### **Bekämpfung der Wurzelbräune**

Zur Bekämpfung sollte man allgemein auf eine gute Hygiene achten und nur desinfiziertes Substrat verwenden. Vorbeugend kann mit einem geeigneten Fungizid gegossen werden.

#### **Biologie von Pythium (*Pythium splendens*)**

Pythium ist ein Schwächeparasit, der im Boden lange lebensfähig ist und überwintern kann. Befallene Pflanzen zeigen ein geschwächtes Wachstum. Sie welken, vergilben und sterben relativ schnell ab. Die Wurzeln werden faul.

#### **Bekämpfung von Pythium**

Für eine Infektion benötigt der Pilz einen Wasserfilm auf den Blättern. Ungünstig sind deshalb lang anhaltende Feuchte auf dem Pflanzenbestand sowie wasser gesättigte Böden. Ebenfalls infektionsfördernd sind Stickstoffüberschuss, Kaliummangel, hoher pH-Wert



Totalausfall bei Viola durch Wurzelbräune

Abb. 4.45

und zu hohe Saatedichte. Zur Vorbeugung sollte man Bodenverdichtungen auf Rasenflächen verhindern. Aussaaterden sind zu desinfizieren. Hohe Luftfeuchtigkeit und hohe Luft- sowie Bodentemperaturen fördern den Pilz, sollten also vermieden werden.

#### Biologische Bekämpfung von Bodenpilzen

*Bacillus amyloliquefaciens*, *Pseudomonas fluorescens*, *Trichoderma harzianum*

Vorbeugend eingesetzt haben diese Bodenmikroorganismen eine hemmende Wirkung auf einige Bodenpilze. Sie besiedeln die Wurzeln und besetzen dort die potenziellen Eindringpforten von Schadpilzen. Eine kurative Wirkung ist nicht zu erwarten. Chitinhaltige Dünger und Kompostgaben erhöhen die bodeneigenen Abwehrkräfte.

### Phytophthora

#### Biologie von *Phytophthora*

Diese Krankheitserreger gehören in dieselbe Familie wie *Pythium*, Krautfäule der Tomaten und Kartoffeln sowie Falscher Mehltau. Einige Arten von *Phytophthora* sind bei uns seit Jahrzehnten als Welkeerscheinungen oder Wurzelfäulen bekannt. Die als sehr problematische Quarantänekrankheit eingestufte *Phytophthora ramorum* wird in der Schweiz erst seit einigen Jahren vereinzelt bei Pflanzen nachgewiesen.

*Phytophthora ramorum* verursacht drei unterschiedliche Schadbilder. Am häufigsten sind Blattflecken. Diese können hell bis dunkelbraun oder sogar schwarzbraun gefärbt sein. Die Flecken sind meist scharf begrenzt. Wenn sie im Zusammenhang mit Triebinfektionen stehen, verläuft die Infektion über die Blattbasis hin zur Blattspitze. Die Mittelrippe ist dann stark ver-

bräunt. Beim Triebsterben verfärben sich die infizierten Triebe meist dunkelbraun bis schwarzbraun. Die Verfärbung kann, je nach Gehölzart, entweder von der Triebspitze (*Rhododendron*), von der Triebmitte oder auch von der Triebbasis aus verlaufen. Kambiumnekrosen werden überwiegend an Pflanzen aus den Familien der *Fagaceae* und an *Viburnum* gefunden. Das häufigste Erkennungsmerkmal sind dunkle Verfärbungen der Rinde, sogenannten «Teerflecken», kombiniert mit Schleimfluss.

#### Achtung

*Phytophthora ramorum* ist eine Quarantänekrankheit. Der Befall muss dem Eidgenössischen Pflanzenschutzdienst gemeldet werden.

#### Bekämpfung von *Phytophthora*

Gewisse Arten von *Phytophthora* können bei Zierpflanzen teilweise mit chemischen Giessmitteln an der Ausbreitung gehindert werden. Überdies helfen dieselben Massnahmen wie bei den anderen pathogenen Bodenpilzen.

### Bakterien und Viren

Bakterien und Viren sind gefürchtete Auslöser von Pflanzenkrankheiten. Sie sind sehr klein und schwer zu erkennen. Die Bekämpfung ist kaum möglich.

#### Pflanzenschädigende Bakterien

Bakterien besitzen eine einfache Grundorganisation und eine extrem grosse Anpassungsfähigkeit. Sie sind in der Natur allgegenwärtig und erfüllen oft ökologisch wichtige Aufgaben (zum Beispiel Abbau von totem organischem Material oder Stickstofffixierung). Bakterien sind etwa 0.001 mm gross und deshalb nur unter einem guten Mikroskop sichtbar. Sie sind kugelig, stäbchen- oder spiralförmig. Einige Arten können sich mittels Geisseln fortbewegen. Bakterien vermehren sich durch einfache Teilung (Zellspaltung) und können sich aufgrund der kurzen Generationszeit (Zeitraum von der einen bis zur nächsten Zellspaltung) enorm schnell verbreiten. So kann aus einem einzigen Bakterium unter günstigen Bedingungen über Nacht ein millionenstarkes Bakterienheer entstehen.

Einerseits sind alle Lebewesen auf die Präsenz der Bakterien angewiesen – sei es, weil diese wichtige Ausgangsstoffe für den Stoffwechsel bereitstellen (zum Beispiel Knöllchenbakterien), sei es, weil sie helfen, Stoffwechselprodukte zu spalten (zum Beispiel Darmbakterien des Menschen). Andererseits gibt es zahlreiche Bakterien, die bei Menschen, Tieren und Pflanzen schwere Krankheiten verursachen können.



Bakteriose auf Pelargonium  
Abb. 4.46

**Biologie pflanzenschädigender Bakterien**

In gesundes, intaktes Pflanzengewebe können Bakterien schwer eindringen. Sie gelangen durch Wunden, Spaltöffnungen und Lentizellen (Öffnungen an der Borke von verholzten Pflanzen) in die Pflanzen. Die Übertragung von Pflanze zu Pflanze ist vielfältig und kann über den Menschen, über Werkzeuge, Tiere, Wind, Wasser, Samen, Pflanzenteile und über den Boden geschehen. Temperaturen von 25 bis 30 °C und eine hohe relative Luftfeuchtigkeit begünstigen die Vermehrung und Ausbreitung von Bakterien.

Das Wirtsspektrum bei den Pflanzen ist sehr vielfältig. Es sind etwa 400 Krankheiten beschrieben, die bei über 70 Pflanzenfamilien für zum Teil erhebliche Probleme sorgen. Die folgenden Krankheiten sind im Gartenbau speziell gefürchtet:

► **Ölfleckenkrankheit an Begonien (*Xanthomonas begoniae*)**

An der Blattunterseite zeigen sich ölige, durchscheinende Flecken mit hellem Hof, die mit der Zeit braun werden und eintrocknen.

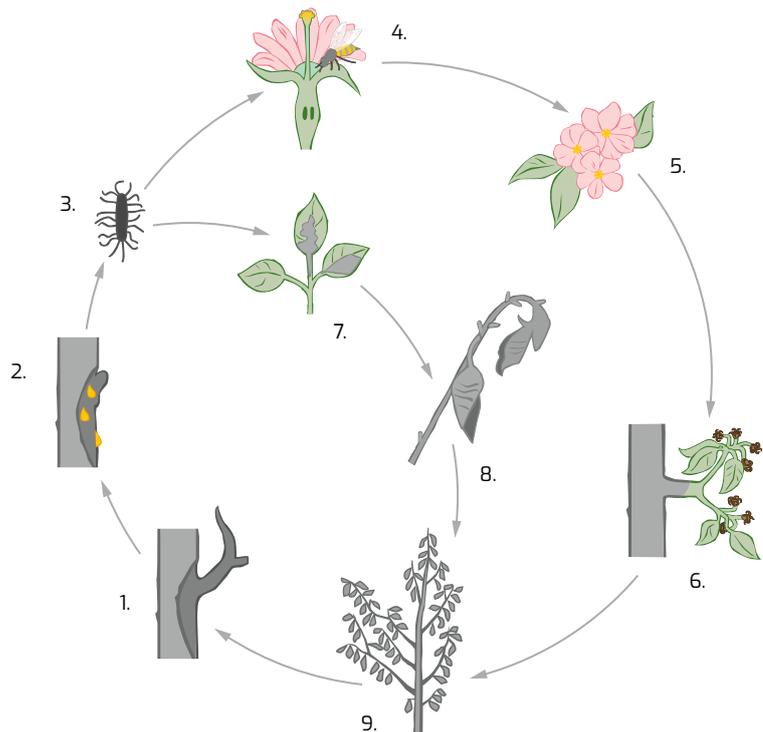
► **Blatt- und Stängelbakteriose an Pelargonien (*Xanthomonas pelargoni*)**

Die jungen Blätter der Geranien welken und trocknen später ein. Sie fallen bei der geringsten Berührung ab. Am Spross zeigen sich bräunlich durchscheinende Leitungsbahnen, bei starkem Befall auch Faulstellen, aus denen ein orangeroter Saft austritt

**Der Lebenszyklus des Feuerbrands**

Abb. 4.47

1. Überwinterung im Canker
2. Im Frühjahr tritt Bakterien Schleim aus
3. Begeisseltes, stäbchenförmiges Bakterium (*Erwinia amylovora*)
4. Blütenbesuchende Insekten übertragen Bakterien Schleim.
5. Infizierte Blüten ohne Symptome
6. Erste Symptome an Blüten nach 2 bis 4 Wochen
7. Jungtrieb- oder Triebinfektion über Wachstumsrisse oder Verletzungen (zum Beispiel Hagelschlag)
8. Erste Symptome an Trieben nach 2 bis 6 Wochen
9. Absterben von Ästen oder ganzen Bäumen



► **Bakterienkrebs (*Agrobacterium tumefaciens*)**

Tumorartige Zellwucherungen an Spross oder Wurzeln von Chysanthenen, Obstgehölzen und Rosen.

► **Ralstonia und Xylella**

Das Feuerbakterium *Xylella* und die Braunfäule *Ralstonia* sind zwei gefürchtete, meldepflichtige Quarantäneorganismen, die in den letzten Jahren in der Schweiz schon eingeschleppt und dank konsequenten Massnahmen wieder getilgt werden konnten (siehe Seite 93 und 94).

► ***Pseudomonas syringae***

Das Bakterium verursacht allein oder zusammen mit Gefässpilzen verschiedene Welkekrankheiten an unterschiedlichen Pflanzenarten, darunter das Steinobststerben bei Aprikosen, Zwetschgen und Kirschen. Dabei sterben einzelne Äste oder ganze Pflanzen plötzlich ab.

► **Feuerbrand (*Erwinia amylovora*)**

Die befallenen Pflanzen zeigen zuerst Welkeerscheinungen. Befallene Zweigspitzen biegen sich u-förmig. Die Blätter verfärben sich braunschwarz, werden ledrig trocken. Sie fallen aber nicht ab. *Feuerbrand war bis 2019 in der ganzen Schweiz meldepflichtig.*

**Bekämpfung der Bakterien**

Es gibt zurzeit keine direkten Bekämpfungsmöglichkeiten. Deshalb stehen vorbeugende Massnahmen im Vordergrund. Dabei ist insbesondere auf die Hygiene zu achten. Substrate, Töpfe, Arbeitsplätze, Werkzeuge und Hände müssen regelmässig desinfiziert werden. Es empfiehlt sich, auf übermässiges Giessen und Düngen zu verzichten und Verletzungen sowie längere Zeit nasse Blätter zu vermeiden. Befallene oder verdächtige Pflanzen müssen sofort entsorgt werden. Kupferspritzungen haben ebenfalls eine vorbeugende Wirkung. Sie verhindern das Eindringen der Bakterien in die Pflanze. Sie können aber eine befallene Pflanze nicht heilen.



Blüteninfektion mit Feuerbrand bei einem Apfelbaum

Abb. 4.48

**Achtung**

Pflanzen können latent befallen sein, ohne dass Schäden optisch feststellbar sind.

**Wirtspflanzen des Feuerbrands**

Kernobst	► <i>Cydonia</i>	► Quitte
	► <i>Malus</i>	► Apfel einschliesslich Zierapfel
	► <i>Pyrus</i>	► Birne einschliesslich Zierbirne und Nashi
Ziergehölze	► <i>Chaenomeles</i>	► Scheinquitte, Feuerbusch
	► <i>Cotoneaster</i>	► Stein-, Felsen- oder Zwergmispel; Pflanzverbot ganze Schweiz
	► <i>Mespilus</i>	► Mispel
	► <i>Pyracantha</i>	► Feurdorn
	► <i>Photinia davidiana</i> ( <i>Stranvaesia</i> )	► Stranvaesie, Lorbeermispel; Pflanzverbot ganze Schweiz
	► <i>Eriobotrya</i>	► Wollmispel (nicht winterhart)
Wildgehölze	► <i>Crataegus</i>	► Weissdorn, Rotdorn, Hahnendorn
	► <i>Sorbus</i>	► Vogelbeere/Eberesche, Mehlbeere, Elsbeere, Speierling usw.
	► <i>Amelanchier</i>	► Felsenbirne, wenig anfällig

### Phytoplasmen

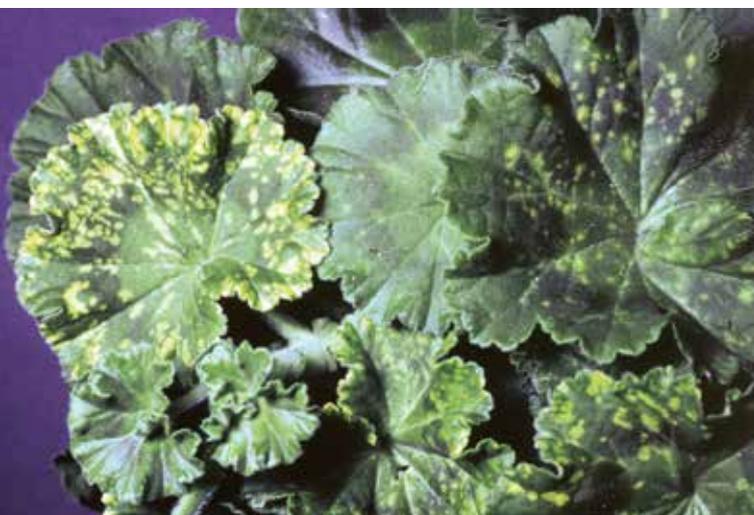
Mycoplasmen, bei Pflanzen Phytoplasmen genannt, haben die Grösse von Viren, gehören aber zu den Bakterien. Sie haben einen eigenen Stoffwechsel und können sich selbstständig vermehren. Phytoplasmen gelten darum bis heute als die kleinsten bekannten Lebewesen. Die Schadbilder der Phytoplasmen sind sehr vielfältig: Stauchung der Pflanzen, übermässiger Austrieb von Knospen, Vergilbung der Blattadern und Blätter, Blütenvergrünungen, -verlaubungen, -verblassungen und -verkrüppelungen. Da die Symptome dem Befall von Viren ähneln, sind sie schwierig zu bestimmen; meist sind dazu Laboruntersuchungen notwendig. Die Übertragung von Phytoplasmen erfolgt vorwiegend durch Vektoren wie Läuse oder Zikaden.

Eine direkte Bekämpfung ist nicht möglich, weshalb der Bekämpfung der Vektoren grosse Beachtung zu schenken ist.

### Pflanzenschädigende Viren

Viren sind noch viel kleiner als Bakterien (20 bis 200 nm, das heisst 0.02 bis 0.2 Tausendstel Millimeter), sie sind nur unter dem Elektronenmikroskop sichtbar. Sie bestehen im Wesentlichen aus Erbsubstanz, die mit einem Eiweissmantel umgeben ist. Im Gegensatz zu allen anderen Lebewesen haben Viren keinen eigenen Stoffwechsel und sie wachsen auch nicht. Deshalb können sie sich nur in lebenden Zellen anderer Organismen vermehren. Als Krankheitserreger treten sie bei Mensch, Tier und Pflanze auf. Viren leben in den Saftströmen und im Zellinnern.

Viruserkrankungen werden auch als Virosen bezeichnet. Durch Virosen erzeugte Schadbilder sind ganz unterschiedlich. Beim Mosaikvirus findet man zum Beispiel mosaikartige Aufhellungen an den Blättern. Der Wuchs ist oft geschwächt bis kümmerlich. Häufig sind eigentümliche Verformungen feststellbar wie Zwergwuchs, Schmalblättrigkeit oder verkrüppelte Früchte.



Pelargoniumblätter mit Symptomen einer Virose

Abb. 4.49

Die Ausprägung der Schadbilder ist stark witterungs- und kulturabhängig. Oft ist eine sichere Beurteilung nur mit einer Laboranalyse möglich.

Wichtige pflanzenschädigende Virenarten sind:

- ▶ Mosaikvirus
- ▶ Stauchevirus
- ▶ Tabakmosaikvirus (TMV)
- ▶ Tomatenbronzefleckenvirus (TSWV)
- ▶ Kräuselvirus

### Übertragung von Viren

Viren gelangen auf den verschiedensten Wegen zu den Pflanzen. Sie werden durch Kontakt von Pflanze zu Pflanze, durch tierische Schädlinge (insbesondere Thrips, Blattlaus und Weisse Fliege) und im Boden durch Pilze oder Nematoden übertragen. Zudem besteht die Gefahr einer Infektion bei kontaminiertem Wasser, über die Kleidung, die Hände, kontaminierte Samen (Tomatenmosaikvirus), Pflanzenreste und Blütenstaub. Weitere Übertragungsmöglichkeiten entstehen beim Pflanzenschnitt, bei der Veredelung von Pflanzen, bei der Ernte und bei sonstigen Kulturarbeiten.

### Bekämpfung von Viren

Eine direkte Bekämpfung ist nicht möglich. Wichtig sind die vorbeugenden Massnahmen. Wenn möglich sollte man resistente Pflanzensorten verwenden und beim Kulturstart auf virenfreie Ausgangsmaterialien achten. Vorbeugend wirkt auch eine konsequente Bekämpfung der tierischen Überträger wie Blattläuse und Thripse. Bei den Kulturarbeiten ist der Hygiene grosse Beachtung zu schenken. Befallene Pflanzen müssen sofort entfernt und der Kehrrichtabfuhr mitgegeben werden. Stellflächen und Ernte- sowie Schnittwerkzeuge zum Beispiel sollten regelmässig mit geeigneten Produkten desinfiziert oder durch Erhitzen sterilisiert werden.

### Biologische Pflanzenschutzmittel: Peressigsäure

Produkte auf Basis von Peressigsäure können als Desinfektionsmittel verwendet werden. Sie eignen sich zur Behandlung von Gewächshausstrukturen, Bewässerungseinrichtungen, Töpfen und anderen Gerätschaften als Vorbeugung oder nach einem Befall.

## Unkräuter, Beikräuter, Begleitflora

Auf von Menschen bearbeiteten Flächen wachsen neben den angebauten Pflanzen stets auch mehr oder weniger unerwünschte Pflanzen. Diese werden Unkräuter genannt – achtungsvoller: Begleitflora, Bei- oder Wildkräuter. Jede Pflanze, die an einem unerwünschten Ort wächst, ist also ein Unkraut: der Löwenzahn in einer Rasenfläche, der Birkensämling in einer Rabatte wie auch die abgesamte Aquilegia im Steingarten.

Einteilung der Begleitflora	
Die Unkräuter lassen sich in verschiedene Gruppen einteilen. Relevant ist die Unterteilung in Samenunkräuter und Wurzelunkräuter.	
Samenunkräuter	Wurzelunkräuter
Die Fortpflanzung und Verbreitung erfolgt ausschliesslich über Samen. Samenunkräuter sind relativ harmlos und mit regelmässigem Jäten gut in Grenzen zu halten. Beispiele: Echtes Springkraut, Vogelmiere, Kleines Knopfkraut	Diese Bezeichnung ist zwar gebräuchlich, jedoch nicht ganz korrekt. Zu diesen Unkräutern zählen Pflanzen, die sich vegetativ und generativ vermehren können. Sie besitzen ausdauernde Wurzeln und treiben wieder aus, wenn sie nur abgerissen oder mit thermischen Geräten abgebrannt werden. Wurzelunkräuter sollten unverzüglich entfernt werden, möglichst bevor sie sich einzunisten beginnen. Später wird es aufwendiger, sie zu roden. Bevor die Wurzelreste auf dem Kompostplatz landen, sollten sie austrocknen, damit sie nicht neu austreiben können. Beispiele: Quecke, Ackerwinde, Brennessel, Giersch

Wie schädigt die Begleitflora die Kulturpflanzen? Sie ist ein Konkurrent für die zur Verfügung stehende Fläche, entzieht Wasser sowie Nährstoffe. Zudem ist gerade in einem Ziergarten die Ästhetik sehr wichtig. Darin haben Wildkräuter oft keinen Platz. Neben einer möglichen Schädigung der Kulturen können Unkräuter aber auch nützlich sein. Sie bieten Unterschlupf für Nützlinge, sind Ablenkpflanzen für potenzielle Schädlinge, Lockpflanzen für bestäubende Insekten, können Bodenzeiger sein und un bebauten Boden vor Erosion schützen.

### Unkrautregulierung

Vollkommen unkrautfreie Anlagen sind heute nicht mehr gefragt. Die moderne Begleitkrautregulierung hat vielmehr folgende drei Ziele:

- ▶ Begleitkrautbestand unter der wirtschaftlichen Schadschwelle halten.
- ▶ Artenreiche, ausgewogene Begleitkrautbestände ohne Problemunkräuter erhalten.
- ▶ Umweltbelastungen durch Regulierungsmassnahmen so weit wie möglich vermeiden.

Wo die Schadschwelle im Einzelfall liegt, ist für den Gartenbauer oft von den Kunden abhängig. Diese bestimmen, ob sie einige Unkräuter tolerieren oder einen klinisch reinen Garten wollen. Die Aufgabe des Gärtners ist es, den Kunden zu zeigen, welche Begleitflora tolerierbar ist, ihnen den Nutzen der Unkräuter aufzuzeigen und wenn nötig die Unkräuter möglichst umweltschonend zu bekämpfen.

Grundsätzlich gilt, dass frisch gekeimtes oder junges Unkraut einfacher zu bekämpfen ist als etablierte Pflanzen. Darum lohnt es sich, dem Unkraut vor allem im Frühling grosse Beachtung zu schenken. Werden unerwünschte Pflanzen frühzeitig entfernt, können sie keine Samen entwickeln und verbreiten sich nicht weiter.

Vorbeugend kann das Aufkommen der Begleitflora durch bauliche Massnahmen verhindert werden, zum Beispiel mit Mörtelfugen statt Sandfugen, eng verlegten Platten oder dominanter Bepflanzung. Auch Mulchen oder das Auslegen von schwarzer Folie unterdrücken die Begleitflora.

Neben der Herbizidanwendung (siehe Kapitel 6, Seite 108) und dem traditionellen Jäten und Hacken kommen verschiedene weitere Methoden und Geräte zum Einsatz:

- ▶ Bei den *mechanischen Verfahren* werden zum Beispiel Wildkrauteggen, Krautbesen oder Aufreisseggen eingesetzt. Diese Maschinen reissen die bestehende Begleitflora aus oder verhindern durch regelmässiges Wischen oder Durchmischen von Belägen ein Aufkommen der Pflanzen.
- ▶ *Thermische Verfahren* arbeiten mit hoher Hitze. Das führt zum Absterben von Pflanzenzellen und kann die gesamte Pflanze zerstören. Eingesetzt werden Abflamm-, Infrarot- und Wasserdampfgeräte. Die Arbeit muss besonders in den ersten Jahren regelmässig wiederholt werden. Da mit hohen Temperaturen gearbeitet wird, müssen die Anwender besonders auf die Arbeitssicherheit und den Schutz der Umgebung achten.

### Achtung

Auf Wegen und Plätzen, Dächern und Terrassen, Lagerplätzen und Böschungen sowie auf Grünstreifen entlang von Strassen und Gleisen ist die Anwendung von Herbiziden verboten.

## Invasive Neophyten

**Neophyten:** Gebietsfremde Pflanzenarten, die nach dem Jahr 1500 eingebracht wurden und sich bereits wildlebend ausgebreitet haben.

**Invasive Arten:** Arten, die sich so stark und rasch ausbreiten, dass sie andere, für den betreffenden Lebensraum charakteristische Arten verdrängen.

**Schwarze Liste:** Liste der invasiven Neophyten, bei denen aufgrund des aktuellen Kenntnisstands ein hohes Ausbreitungspotenzial in der Schweiz gegeben oder zu erwarten ist. Zudem ist der Schaden in den Bereichen Biodiversität, Gesundheit und/oder Ökonomie erwiesen und hoch. Vorkommen und Ausbreitung dieser Arten müssen verhindert werden. Hinweis: Auf der Schwarzen Liste sind auch alle verbotenen Pflanzen aufgeführt.

**Watch-Liste (Beobachtungsliste):** Liste der invasiven Neophyten, bei denen, ausgehend vom heutigen Kenntnisstand, ein mittleres bis hohes Ausbreitungspotenzial in der Schweiz gegeben oder zu erwarten ist. Zudem ist der Schaden in den Bereichen Biodiversität, Gesundheit und/oder Ökonomie mittel bis hoch. Vorkommen und Ausbreitung dieser Arten müssen zumindest beobachtet werden und es müssen weitere Kenntnisse gesammelt werden. Im benachbarten Ausland verursachen diese Arten oft bereits Schäden.

Pflanzenarten werden seit Jahrhunderten von Menschen über natürliche Grenzen hinweg transportiert. Unsere Obstbäume beispielsweise wurden bereits von den Römern aus Asien zu uns gebracht. Heute sind sie aus unserer Landschaft kaum mehr wegzudenken. Neophyten ist die Bezeichnung für Pflanzen, die erst seit dem Jahr 1500 bei uns vorkommen (1492 entdeckte Kolumbus Amerika und 1511 umsegelte Magellan erstmals die Erde). Wörtlich übersetzt bedeutet Neophyten «neue Pflanzen». Diese gebietsfremden Pflanzen sind zum grössten Teil absolut harmlos, so auch viele Gartenpflanzen und eingeführte landwirtschaftliche Kulturpflanzen. Platanen, Rosskastanien, Mais, Kartoffeln, Tomaten usw. sind Beispiele dafür.

Einige der neuen Pflanzen verhalten sich jedoch invasiv. Sie verwildern, breiten sich stark aus und verdrängen dabei die einheimischen Pflanzen. Bestimmte Arten sind sogar gefährlich für unsere Gesundheit, etwa Ambrosia und Riesenbärenklau. Andere wie die asiatischen Knöteriche können Bachufer destabilisieren und Bauten schädigen. Gleichzeitig können die Exoten durch sogenanntes Einkreuzen die biologische Eigenart und Vielfalt der einheimischen Flora verfälschen. Alle diese Problempflanzen bezeichnet man als invasive Neophyten. (*Inhalt des Kapitels aus [www.neophyt.ch](http://www.neophyt.ch)*).

### Vorbeugende Massnahmen

Um ein weiteres Verwildern zu verhindern, sollte auf problematische Arten verzichtet oder mindestens ihre weitere Verbreitung kontrolliert werden.

So müssen alle handelbaren Pflanzen der Schwarzen und der Watch-Liste im Verkauf (Detailverkauf, Abgabe und Pflanzung durch Kundengärtner) mit Informationen versehen sein. Die Abnehmer müssen informiert werden, wie sie mit diesen Pflanzen umzugehen haben, damit sich diese nicht unkontrolliert in der Umwelt ausbreiten.

Bei der Entsorgung von Pflanzenmaterial ist spezielle Sorgfalt geboten, da sich auch einzelne Pflanzenteile ausbreiten und vermehren können. Die Kantone verfügen über Merkblätter für die direkte Bekämpfung von Neophyten. Im Internet finden sich aktuelle Beiträge zu diesem Thema.

### Rechtliche Grundlagen

Laut Bundesgesetz über den Natur- und Heimatschutz ist das Ausbringen fremder Arten in den öffentlichen Raum bewilligungspflichtig:

«Art. 23: Das Ansiedeln von Tieren und Pflanzen landes- oder standortfremder Arten, Unterarten und Rassen bedarf der Bewilligung des Bundesrates. Gehege, Gärten und Parkanlagen sowie Betriebe der Land- und Forstwirtschaft sind ausgenommen.»

Im Anhang 2 der Freisetzungsverordnung zum Umweltschutzgesetz zum Umgang mit invasiven Organismen sind vom Bund verbotene Pflanzen definiert.

Vor allem die Schwarze und die Watch-Liste wurden in Zusammenarbeit mit Nachbarländern erstellt. Deshalb sind darauf einige kaum bekannte Pflanzen oder auch Kirschlorbeer, Paulownien und Mahonien zu finden, die sich bei uns bisher nicht in der Natur ausgebreitet haben. Erfahrungen aus anderen europäischen Ländern zeigen jedoch, dass man diese Pflanzen im Auge behalten muss.

Vom Bund verbotene Pflanzen (Stand Mai 2019)	
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	Aufrechtes oder Beifussblättriges Traubenkraut
<i>Crassula helmsii</i>	Nadelkraut
<i>Elodea nuttalli</i>	Nuttalls Wasserpest
<i>Heracleum mantegazzianum</i>	Riesenbärenklau
<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>	Grosser Wassernabel
<i>Impatiens glandulifera</i>	Drüsiges Springkraut
<i>Ludwigia spp.</i>	Südamerikanische Heusenkräuter
<i>Reynoutria japonica</i> = <i>Fallopia japonica</i> <i>Polygonum cuspidatum</i>	Japanischer Stauden-Knöterich
<i>Fallopia sachalinensis</i> <i>Reynoutria sachalinensis</i> und <i>R. x bohemic</i>	Sachalin-Knöterich und Bastard-Knöterich
<i>Rhus typhina</i>	Essigbaum
<i>Senecio inaequidens</i>	Schmalblättriges Greiskraut
<i>Solidago spp.</i> ( <i>S. canadensis</i> , <i>S. gigantea</i> , <i>S. nemoralis</i> ; ohne <i>S. virgaurea</i> ) X <i>Solidaster</i>	Amerikanische Goldruten inklusive Hybriden

Informationen und die aktuellen Listen sind unter folgendem Link abrufbar:  
<http://www.infoflora.ch/de/>



# 5

**Besonders gefährliche  
Schadorganismen und  
weitere Problem-Schad-  
organismen**

# 5. Besonders gefährliche Schadorganismen und weitere Problem-Schadorganismen

## Neues Pflanzengesundheitsrecht

Ab dem 1. Januar 2020 gilt in der Schweiz ein neues Pflanzengesundheitsrecht. Mit strengeren Vorschriften, der Intensivierung der Präventionsmassnahmen und der verstärkten Eigenverantwortung wird der Schutz von Nutz- und Wildpflanzen vor besonders gefährlichen Schadorganismen in der Schweiz verbessert.

In der Schweiz wie auch an anderen Orten der Welt treten vermehrt gebietsfremde Schadorganismen auf, die die Pflanzengesundheit bedrohen. Gründe dafür sind unter anderem der zunehmende internationale Reiseverkehr und der globale Handel. Der Klimawandel ermöglicht die Ansiedlung der vielfach tropischen und subtropischen Schadorganismen bei uns. Die Einschleppung und Verbreitung von neuen, besonders gefährlichen Schadorganismen kann zu schwerwiegenden wirtschaftlichen, sozialen und ökologischen Folgen führen. Aufgrund des bilateralen Agrarabkommens zwischen der Schweiz und der EU muss die Gleichwertigkeit der phytosanitären Bestimmungen erhalten werden. Das Pflanzengesundheitsrecht musste auch deswegen angepasst werden. Nur so ist der freie Warenverkehr mit der EU gewährleistet.

## Ausweitung der Pflanzenpasspflicht

Die Pflanzenpasspflicht gilt ab 2020 für sämtliche zum Anpflanzen bestimmten Pflanzen und Pflanzenteile. Der Pflanzenpass ist eine Etikette mit vorgegebenem, einheitlichem Inhalt, die von den zugelassenen Betrieben an jeder Handelseinheit angebracht werden muss. Betroffen sind auch Obstunterlagen, Edelreiser, Knollen, Zwiebeln und bestimmte Samen. Die im Rahmen des Pflanzenpasses zugelassenen Betriebe müssen unter anderem regelmässig den Gesundheitszustand ihrer Waren prüfen und über die notwendigen Kenntnisse verfügen, um Anzeichen und Symptome von besonders

gefährlichen Schadorganismen zu erkennen. Der Pflanzenpass bestätigt gegenüber den Abnehmern, dass das Pflanzenmaterial aus einer amtlich zugelassenen, kontrollierten Produktion stammt und frei von geregelten Schadorganismen ist. Wird trotzdem ein Befall entdeckt, stellt der Pflanzenpass zusätzlich die Rückverfolgbarkeit der Ware sicher, damit eine weitere Ausbreitung der Krankheit oder des Schädling verhindert werden kann. Nur wenn Pflanzen und Pflanzenteile direkt an private Verwender zum Eigengebrauch verkauft werden, sind sie von der Pflanzenpasspflicht befreit.

## Kategorien der besonders gefährlichen Schadorganismen

Die besonders gefährlichen Schadorganismen (bgSO) werden neu in Kategorien unterteilt. **«Quarantäneorganismen»** sind bgSO mit wirtschaftlicher Bedeutung, die in der Schweiz nicht oder nur lokal auftreten. Für sie gilt eine allgemeine Melde- und Bekämpfungspflicht. Zu den Quarantäneorganismen gehören zum Beispiel das Bakterium *Xylella fastidiosa* und der Asiatische Laubholzbockkäfer.

- ▶ Unter den Quarantäneorganismen werden einerseits **«prioritäre Quarantäneorganismen»** definiert. Diese prioritären Quarantäneorganismen müssen in der Schweiz durch die kantonalen Pflanzenschutzdienste mit Gebietsüberwachungen kontrolliert werden.
- ▶ Andererseits gibt es **«potenzielle Quarantäneorganismen»**. Das sind neu auftretende Schadorganismen, für die vorübergehende Massnahmen ergriffen werden, bis abgeklärt ist, ob sie die Kriterien für einen Quarantäneorganismus erfüllen.

**«Schutzgebiet-Quarantäneorganismen»** sind bgSO, die in der Schweiz verbreitet sind, in bestimmten Gebieten jedoch noch nicht oder nur wenig auftreten und dort ein

hohes Schadpotenzial aufweisen. Sie besitzen nur in den für sie ausgewiesenen Schutzgebieten den Status eines Quarantäneorganismus. Dort sind sie melde- und bekämpfungspflichtig, nicht aber in der übrigen Schweiz.

«**Geregelte Nicht-Quarantäneorganismen**» wurde in Übereinstimmung mit dem Internationalen Pflanzenschutzübereinkommen als neue Kategorie geschaffen. Dies sind bgSO, die in der Schweiz weitverbreitet sind und hauptsächlich über spezifische, zum Anpflanzen bestimmte Wirtspflanzen verbreitet werden. Wegen ihrer Verbreitung in der Schweiz erfüllen sie die Kriterien für einen Quarantäneorganismus nicht (mehr). Da ihr Auftreten auf oder im Pflanzgut jedoch nicht annehmbare wirtschaftliche Folgen hätte, muss das Vermehrungsmaterial in Jungpflanzenbetrieben kontrolliert und bei Befall müssen phytosanitäre Massnahmen ergriffen werden. Geregelte Nicht-Quarantäneorganismen sind nur in zugelassenen Jungpflanzenbetrieben melde- und bekämpfungspflichtig. Zu den geregelten Nicht-Quarantäneorganismen gehören insbesondere neu zum Beispiel der Feuerbrand und Sharka.

(Text teilweise aus dem Merkblatt des BLW und des Eidgenössischen Pflanzenschutzdienstes übernommen und unter Mithilfe von Markus Bünler, Agroscope, erstellt.)

Der Status, das heisst die Zugehörigkeit von Schadorganismen zu den verschiedenen Kategorien, ist nicht statisch und kann sich ändern. Die folgende Aufstellung entspricht dem Stand Frühjahr 2019. Auf den Internetseiten des Eidgenössischen Pflanzenschutzdienstes (EPSD) [www.pflanzengesundheit.ch](http://www.pflanzengesundheit.ch) finden sich die aktuelle Einstufung der Schaderreger sowie weitere Informationen über diese. Nachfolgend eine Aufstellung von für den Gartenbereich wichtigen Schadorganismen.

## Meldepflichtige Quarantäneorganismen

### Asiatischer Laubholzbockkäfer



**Asiatischer Laubholzbockkäfer**

Abb. 5.1

Der Asiatische Laubholzbockkäfer (*Anoplophora glabripennis*), kurz ALB, ist ein besonders gefährlicher Schadorganismus. Der ALB wurde mit Verpackungsmaterial – meist in Holzpaletten von Stein- oder Stahllieferungen – von China zuerst in die USA und danach auch nach Österreich, Frankreich und Italien eingeschleppt. Er befällt mit Vorliebe Ahorn, Rosskastanie und Weide und kann sie innert weniger Jahre zum Absterben bringen. Auch auf Pappeln, Buchen, Birken, Platanen und sogar auf Buddleja wurden schon ALB entdeckt.

Die Eier werden in trichterförmigen Einischen an Stamm und Ästen, selten auch an Wurzeln abgelegt. Die Larven fressen zuerst im Bast und dringen später ins Holz ein. Nach der Verpuppung schlüpfen die adulten Käfer von Mai bis Juli aus einem kreisrunden Loch von 10 bis 15 mm Durchmesser aus und fressen an Laub und Rinde.

Der Flugradius beträgt wenige 100 Meter. Die Entwicklungsdauer beträgt bei uns meist 2 Jahre. Für die Suche werden auch Spürhunde eingesetzt, die eigens für diese Arbeit ausgebildet werden. Die Identifizierung des ALB ist auch für Laien möglich, weil er als schwarzer, 2,5 bis 4 cm langer Käfer mit deutlich kontrastierenden weissen Punkten leicht erkennbar ist. Die Deckflügel sind glatt und glänzend. Die Fühlersegmente sowie die Bein- und Fussglieder sind schwarz-hell gebändert mit deutlich bläulichem Schimmer. Der ALB besiedelt ausschliesslich Laubholz. Von den einheimischen Bockkäfern sind ihm der Schneiderbock (*Monochamus sartor*) und der Schusterbock (*Monochamus sutor*) am ähn-

lichsten. Beide sind jedoch matt, nicht glänzend. Ihre Deckflügel sind rau. Die hellen Flecken kontrastieren weniger stark und weisen einen beige-gelblichen Farbton auf. Schneider- und Schusterbock besiedeln nur Nadelgehölze. Verdächtige Bäume mit Bohrlöchern sind sofort dem kantonalen Pflanzenschutz- oder Forstamt zu melden. Werden verdächtige Käfer gefunden, sind diese einzufangen und in geschlossenem Behälter aufzubewahren. Am besten fotografiert man die Käfer und schickt das Bild per Mail an die kantonale Forst- oder Pflanzenschutzfachstelle.

Käfer und Larve des *Citrusbockkäfers*, kurz CLB, ähneln sehr stark denen des Asiatischen Laubholzbockkäfers. Der CLB hat im Gegensatz zum ALB eine höckerige Flügeldeckenbasis am Ansatz, der Rest ist glatt. Der CLB wird vorwiegend mit Bonsai- oder anderen Pflanzen aus Asien in die Schweiz eingeschleppt.

### Japankäfer



Japankäfer

Abb. 5.2

Der Blatthornkäfer *Popillia japonica* wurde Anfang des 20. Jahrhunderts in die USA eingeschleppt. Anders als in Japan, wo der Käfer herkommt, verursacht er in den USA grosse Schäden. Später gelangte er über die Azoren nach Europa und danach auch nach Norditalien in die Region Mailand. 2017 wurden die ersten Japankäfer an der Grenze zur Schweiz bei Stabio gefangen. Der Japankäfer gilt in der Schweiz als Quarantäneorganismus und ist somit meldepflichtig. Er ähnelt dem einheimischen Gartenlaubkäfer, kann aber durch die weissen Haarbüschel und die weissen Punkte an den Seitenrändern von diesem unterschieden werden. Der Käfer entwickelt sich innerhalb eines Jahres vom Ei zum adulten Tier. Während sich die Engerlinge von Rasen- und Graswurzeln ernähren, fressen die ausgewachsenen Käfer Blätter und Blüten. Eine besondere Vorliebe haben sie

dabei für Ahorn, Linden, Ulmen, Kirschen, Äpfel, Reben, aber auch für Rosen, Mais und Tomaten. Zur Überwachung werden Duftstofffallen eingesetzt. Eine chemische Bekämpfung der Käfer ist eher problematisch. Ein Versuch bei Agroscope hat gezeigt, dass biologische Bekämpfungsmethoden mit insektenpathogenen Pilzen, die bereits zur Bekämpfung von einheimischen Engerlingen eingesetzt werden, helfen könnten.

- Für weitere Informationen siehe [www.popillia.agroscope.ch](http://www.popillia.agroscope.ch)

### Kiwikrebs

Der Kiwikrebs *Pseudomonas syringae pv. actinidiae* stammt, wie die Pflanze selbst, aus Asien. Das Bakterium wurde erstmals 2011 am Genfersee gefunden. Obwohl dieser Befall getilgt wurde, wurde es wiederholt aus Italien wieder in die Schweiz eingeschleppt. Um eine weitere Ausbreitung des meldepflichtigen, potenziellen Quarantäneorganismus zu verhindern, sind alle Pflanzen der Gattung Actinidiae in der Schweiz und der EU pflanzenpasspflichtig.

Beim Ausbruch der Krankheit bilden sich an frischen Ranken Krebsstellen und die Blätter bekommen dunkle, kleine, eckige Flecken, die von einem chlorotischen Hof umgeben sind. Die Knospen und Blüten werden braun und sterben ab. Die Zweige können welken und die Früchte wegen verstopfter Leitungsbahnen verdorren.

- Für weitere Informationen siehe [www.pflanzenschutzdienst.agroscope.ch](http://www.pflanzenschutzdienst.agroscope.ch)  
→ Quarantäneorganismen



Kiwikrebs

Abb. 5.3

### Phytophthora ramorum

Einige Arten von *Phytophthora* sind seit Längerem als Krautfäule an Tomaten oder Kartoffeln bekannt. Andere sind als Welkeerscheinungen oder Wurzelfäulen in verschiedenen Beerenarten oder Zierpflanzen verbreitet. Die als sehr problematische Quarantänekrankheit eingestufte *Phytophthora ramorum* betrifft die unterschiedlichsten Pflanzenfamilien. Es sind überwiegend Laubgehölze, aber auch einige Nadelgehölze und wenige krautige Pflanzen. Dieser Pilz wurde bisher in der Schweiz glücklicherweise nur vereinzelt an Rhododendron, Viburnum und Pieris-Pflanzen in Baumschulen und öffentlichen Grünanlagen nachgewiesen. In Nordamerika dagegen sind ganze Waldbestände durch diesen Erreger gefährdet. *Phytophthora ramorum* verursacht drei unterschiedliche Schadbilder: Am häufigsten sind Blattflecken, aber auch Triebsterben oder Kambiumnekrosen können auftreten.



*Phytophthora ramorum*

Abb. 5.4

### Ralstonia, Braunfäule oder Schleimkrankheit

Bekannt ist *Ralstonia solanacearum* vor allem als Erreger der Bakterienwelke, Braunfäule oder Schleimkrankheit der Kartoffel. Der bakterielle Erreger hat drei Unterarten und ist wegen des enorm breiten Wirtspflanzenspektrums von über 200 Nutz- und Zierpflanzenarten, seiner Aggressivität und zähen Langlebigkeit gefürchtet. *Ralstonia* kann über Wasser, Erde, Pflanzen, Pflanzenteile und Schnittwerkzeuge verbreitet werden. Der meldepflichtige Quarantäneorganismus wurde im Januar 2017 in mehreren Gärtnereien zum ersten Mal auf Rosen nachgewiesen. *Ralstonia solanacearum* ist meldepflichtig und muss nach den Anweisungen des zuständigen Pflanzenschutzdienstes getilgt werden. Befallene Pflanzen müssen zusammen mit ihren Nachbarpflanzen vernichtet werden, da eine direkte Bekämpfung der Krankheit nicht möglich ist. Nicht alle befallenen Pflanzen zeigen Befallssymptome. Meist sind aber welkende Pflanzenteile ein Zeichen für einen beginnenden Befall.

- Für weitere Informationen siehe [www.pflanzenschutzdienst.agroscope.ch](http://www.pflanzenschutzdienst.agroscope.ch)  
→ Quarantäneorganismen



*Ralstonia*, Braunfäule oder Schleimkrankheit

Abb. 5.5

### Xylella, Feuerbakterium



**Xylella, Feuerbakterium**

Abb. 5.6

In Europa wurde *Xylella fastidiosa* erstmals 2013 in Süditalien nachgewiesen. Dort richtete es in Olivenplantagen enorme Schäden an. Die Bakterienkrankheit hat ihren Ursprung in Amerika und ist dort weitverbreitet. Das Wirtsspektrum umfasst über 360 Pflanzenarten, darunter die Weinrebe, Prunus-Arten, Oliven, Oleander, Zitrusgewächse, Lavendel und Rosen. In der Schweiz wie auch in der EU gilt *Xylella* als gefährlicher Quarantäneorganismus und ist meldepflichtig. Es wird vor allem durch Zikaden übertragen.

Durch den Befall werden die Gefässe verstopft und betroffene Pflanzenteile welken. Die Symptome unterscheiden sich je nach Unterart des Bakteriums und der betroffenen Wirtspflanze. In den meisten Fällen kommt es zuerst zu Welkeerscheinungen, manchmal stirbt später die ganze Pflanze ab. Einige Wirtspflanzen bleiben jedoch symptomlos, was die Ausbreitung des Bakteriums begünstigt. Um die Einschleppung der Krankheit zu verhindern, sind seit 2016 alle wichtigen Wirtspflanzen von *Xylella fastidiosa* in der Schweiz und in der EU pflanzenpasspflichtig. Befallene Pflanzen müssen zwingend vernichtet und das Umfeld muss kontrolliert werden.

- Für weitere Informationen siehe [www.xylella.agroscope.ch](http://www.xylella.agroscope.ch)

### Geregelte Nicht-Quarantäneorganismen und weitere Problem-Schadorganismen

#### *Ambrosia artemisiifolia*

Das Aufrechte Traubenkraut, auch Beifussblättrige Ambrosie genannt, löst bei vielen Menschen starke Allergien der Atemwege aus. Die späte Blütezeit verlängert ausserdem den Zeitraum, in dem Pollenallergiker leiden müssen. *Ambrosia* wurde aus Nordamerika nach Europa und dann vorwiegend mit Vogelfutter in die Schweiz eingeschleppt. Die Pflanze ist einjährig, 20 bis 150 cm hoch, keimt im April und blüht von Juli bis Oktober. Sie hat eine Pfahlwurzel, der Stängel ist meist rötlich und behaart, die Blätter sind doppelt fiederteilig. *Ambrosia* vermehrt sich nur über die Samen. Den Winter überlebt sie nicht. So lange sie nicht blüht, ist sie für den Menschen ungefährlich.



***Ambrosia artemisiifolia***

Abb. 5.7

### Asiatischer Marienkäfer



**Asiatischer Marienkäfer**

Abb. 5.8

*Harmonia axyridis* stammt, wie sein Name erraten lässt, ursprünglich aus Asien. Er ist nicht wählerisch, was die Nahrung betrifft, und kann sehr einfach gezüchtet werden. Unter anderem deshalb wurde er – und wird noch immer – in grossen Teilen Nordamerikas und in verschiedenen europäischen Ländern in der biologischen Schädlingsbekämpfung vor allem in Gewächshäusern eingesetzt. Später wurde er in Belgien, Deutschland, Holland und England auch in grosser Zahl in freier Natur festgestellt. In der Schweiz war es nie erlaubt, *Harmonia axyridis* als Nützling einzusetzen; trotzdem machte seine weitere Verbreitung nicht an der Grenze halt. Das erste Exemplar wurde im Juli 2004 in Basel beobachtet. Die Käfer sind 6 bis 8 mm lang und 5 bis 7 mm breit und variieren stark in Grösse und Färbung. Es gibt rot-orangefarbene Käfer mit bis zu 21 Punkten, aber auch Käfer mit schwarzer Grundfärbung und orangen oder roten Punkten. Bei den orangen Exemplaren ist auf dem Halsschild ein grosses W zu erkennen. In vielen Regionen und Ökosystemen breitet sich der Käfer auf Kosten der einheimischen Marienkäfer und anderer Insekten stark aus. Auch konnte beobachtet werden, dass Larven von *Harmonia* bei geringem Futterangebot andere Insektenlarven angreifen und sich auch von ihnen ernähren können. Sie selbst sind durch ihre langen Borsten gut geschützt. Den Menschen werden Asiatische Marienkäfer dadurch unangenehm, dass sie im Gegensatz zu den einheimischen Arten im Winter grosse Schwärme bilden, die in Häusern und Mauern überwintern. Ausserdem fressen sie manchmal an reifen Früchten, zum Beispiel Äpfeln oder Trauben, und schädigen so die Ernte. Beim häufigen Auftreten in Weintrauben verderben sie durch ihren unangenehmen Geruch den Geschmack des Weins. Eine Bekämpfung im Garten ist normalerweise nicht sinnvoll und auch nicht notwendig.

### Buchsbaumzünsler

Der Falter wurde aus Ostasien nach Nordeuropa eingeschleppt und verbreitet sich, aus der Region Basel kommend, seit 2007 in der ganzen Schweiz. Die Flügel des Falters sind weisslich gefärbt und mit einem braunen Band am Flügelrand versehen. Der Buchsbaumzünsler bildet zwei bis drei Generationen pro Jahr. Die bis zu 5 cm langen grünen Raupen überwintern in Kokons zwischen den Blättern oder in Ritzen in der Nähe der Pflanzen. Sie fressen im Frühjahr ab einer Temperatur von 7°C an den Buchspflanzen Blätter und auch die Rinde. Dies führt zur totalen Entlaubung ganzer Buchsbestände und manchmal zum Absterben der betroffenen Pflanzen. Der Schaden wird oft spät entdeckt, da die Raupen im Pflanzeninnern mit der Frasstätigkeit beginnen.

Bekämpfung: Handelt es sich um wenige Pflanzen, können die Tiere von Hand abgelesen werden. Auch mit einem starken Wasserstrahl können die Raupen auf den Boden geschleudert und dort vernichtet werden. Wirksam und unproblematisch sind frühzeitige Spritzbehandlungen, vor allem auf junge Raupenstadien, mit *Bazillus-thuringiensis*-Präparaten wie Delfin.



**Buchsbaumzünsler**

Abb. 5.9

## Eschentriebsterben, Eschenwelke



**Eschentriebsterben**

Abb. 5.10

Seit 2007 wird in der Schweiz an Eschen ein auffälliges Absterben der jungen Triebe beobachtet. Befallene Bäume können innert kurzer Zeit an der Krankheit eingehen. Als Verursacher wurde der Pilz *Chalara fraxinea* nachgewiesen. Vom Erreger existieren zwei identisch aussehende Arten, die sich einzig mit molekularbiologischen Methoden voneinander unterscheiden lassen. Die harmlose Art (*Hymenoscyphus albidus*) verursacht keine auffälligen Symptome und ist einheimisch. Die aggressive Art (*Hymenoscyphus pseudoalbidus*) verursacht markante Schäden an Eschen und ist vermutlich eingewandert. Befallen werden die in der Schweiz weitverbreitete Europäische Esche (*Fraxinus excelsior*) sowie die in Südeuropa zu findende Schmalblättrige Esche (*F. angustifolia*), aber auch amerikanische Eschenarten. Einzig die Blumenesche (*F. ornus*) scheint von der Krankheit verschont zu bleiben. Da die krankheitsübertragenden Pilzsporen in grossen Mengen in den weissen Pilzfruchtkörperchen im abgeworfenen Laub gebildet und anschliessend mit dem Wind verbreitet werden, lässt sich die weitere Ausbreitung der Eschenwelke nicht verhindern. Bis heute sind keine wirksamen Bekämpfungsmassnahmen bekannt. Deshalb sollte vorläufig auf Neuanpflanzungen von Eschen verzichtet werden.

## Erdmandelgras/Knöllchen-Zyperngras

Das Erdmandelgras oder Knöllchen-Zyperngras gehört zur Familie der *Cyperaceae* (Sauergräser) und nicht zu den echten Gramineen (Süßgräsern). Es ist heute auf der ganzen Erde verbreitet. In der Schweiz und den umliegenden Ländern hat sich die Erdmandel in den letzten Jahren stetig ausgebreitet. Das geschieht fast ausschliesslich durch die an den Enden der Wurzeln gebildeten Knöllchen oder sogenannten Mandeln. Eine Pflanze kann mehrere 100 solcher Mandeln bilden. Nach der Blüte im Juli bis August setzt die Mandelbildung ein. Im Gegensatz zu den Rhizomen und Knollen der üblichen Wurzelunkräuter bleiben die Knollen der Erdmandel nach der Trocknung noch über Jahre keimfähig. Eine weitere Verbreitung erfolgt über Feldmäuse, die die Mandeln als Wintervorrat in ihren Bau verschleppen. Die Knollen sind nicht frosthart. Da sie jedoch in einer Tiefe von 10 bis 30 cm liegen, sterben sie nur bei starkem Dauerfrost ab. Wahrscheinlich wurden die ersten Mandeln aus Afrika eingeschleppt, wo Erdmandelgras zur Ernährung angebaut wird. Dieser Anbau findet auch in Spanien immer noch statt. Die Mandeln werden unter anderem zu Mehl, Öl und zu einem Getränk namens Horchata verarbeitet. Bei uns ist keine kommerzielle Nutzung möglich.

Das Knöllchen-Zyperngras gehört zu den weltweit gefährlichsten Unkräutern. Bisher sind keine Herbizide bekannt, um die Knollen/Mandeln im Boden zu bekämpfen. Deshalb muss unbedingt verhindert werden, dass Mandeln über Bearbeitungsmaschinen und Erde in noch «saubere» Parzellen geraten.



**Junge Erdmandeln und typischer dreikantiger Stängel (l), Blüte (r)**

Abb. 5.11

## Feuerbrand

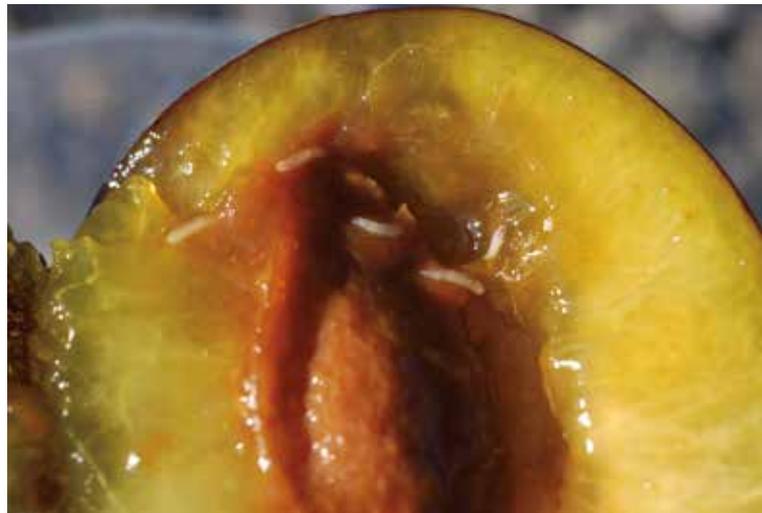
Feuerbrand ist eine durch das Bakterium *Erwinia amylovora* verursachte Pflanzenkrankheit, die aus Nordamerika stammt. Sie befällt seit 1995 auch in der Schweiz Kernobst, Garten- und Wildpflanzen. Blätter und Blüten befallener Pflanzen welken vom Stiel her und verfärben sich braun oder schwarz. Die Tribspitzen krümmen sich aufgrund des Wasserverlustes hakenförmig nach unten. Die Pflanze sieht wie verbrannt aus, daher der Name «Feuerbrand». Zur eindeutigen Diagnose ist oft eine Laboruntersuchung notwendig. Die gefährlichste Infektionszeit ist die Blüte, wenn warmfeuchtes Wetter herrscht. Alle Cotoneaster-Arten und *Photinia davidiana* sind wichtige Wirtspflanzen und dürfen deshalb in der ganzen Schweiz nicht mehr gepflanzt werden. Gewisse Kantone haben auch die Neupflanzung von anderen Wirtspflanzen verboten (siehe auch Seite 82).



Feuerbrand an Quittenbaum

Abb. 5.12

## Kirschessigfliege



Kirschessigfliege

Abb. 5.13

Die Kirschessigfliege *Drosophila suzukii* ist eine Fruchtfliege, die 2011 zum ersten Mal in der Schweiz aufgetreten ist. Sie stammt aus Asien und findet in unseren Regionen geeignete Bedingungen für die Ausbreitung. Sie ist fähig, ihre Eier mittels eines sägeartigen Legeorgans in unverletzte, reife Früchte und Beeren abzulegen. Die Larven entwickeln sich in den Früchten und ernähren sich vom Fruchtfleisch. Die befallenen Früchte fallen in sich zusammen, werden weich und ungeniessbar. Mit Vorliebe befällt *Drosophila suzukii* dunkle, dünnhäutige und weiche Früchte wie diejenigen von Kirsche, Brombeere, Holunder, Heidelbeere, Himbeere, Erdbeere, Pflaume und Zwetschge. An anderen Früchten wie Pfirsich, Aprikose, Nektarine, Feige, Minikiwi, Tafel- und Weintraube kann sie ebenfalls auftreten. Die Kirschessigfliege beschränkt sich nicht auf Kulturen, sie fühlt sich auch in Gärten, an Waldrändern und Hecken sehr wohl. Neben vielen kultivierten Früchten und Beeren dienen manche Wildfrüchte und -beeren als Nahrungs- und Fortpflanzungsquelle.

Die Bekämpfung der Kirschessigfliege mit Pflanzenschutzmitteln ist wegen des späten Zeitpunkts kurz vor der Ernte und der hohen Vermehrungsrate problematisch und wenig wirksam. Wichtig ist, keine überreifen Früchte in den Kulturen zu belassen und befallene Früchte zu vernichten. Fallen können helfen, die Population zu vermindern. Zuverlässig wirksam ist einzig die konsequente Einnetzung der reifenden Früchte mit Netzen mit Maschen von unter 1.3 mm Durchmesser.

### Marmorierte Baumwanze



Marmorierte Baumwanze

Abb. 5.14

*Halyomorpha halys* war ursprünglich in Ostasien heimisch. 2004 wurde sie erstmals in der Region Zürich entdeckt. In den Jahren 2012 bis 2017 wurden im Kanton Zürich wie auch im Kanton Aargau und Tessin erste Schäden an Kulturpflanzen beobachtet. Durch die Saugtätigkeit der Larven sind an Äpfeln und Birnen dunkle, eingefallene Stellen sichtbar. Beim Gemüse, beispielsweise bei Peperoni oder Tomaten, hellt sich das angestochene Gewebe auf und erscheint weiss und schwammig. Werden Früchte bereits in ihrer frühen Entwicklungsphase angestochen, verwachsen die beschädigten Stellen und verformen sich. An den Blättern bilden sich infolge der Saugtätigkeit helle Flecken. Der Schädling saugt an Blättern und Früchten von über 300 Pflanzenarten. Zu den bevorzugten Wirtspflanzen gehören neben verschiedenen Obstarten wie Apfel, Birne, Kirsche, Zwetschge, Pfirsich und Aprikose auch Mais, Bohnen, Tomaten, Peperoni, Ahorn, Eiche, Rosen und Eschen. Die erwachsenen Tiere sind bräunlich oder gräulich marmoriert und erreichen eine Länge von 12 bis 17 mm.

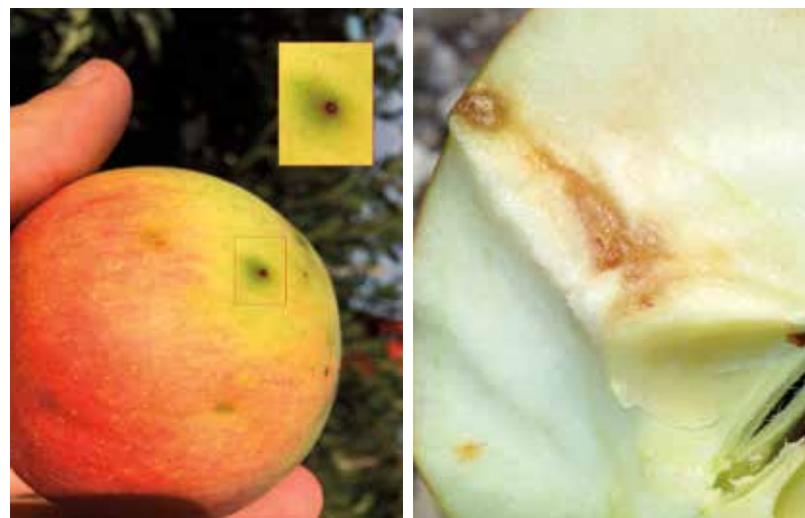
Die transparente Flügeldecke ist mit Strichen durchzogen. Auf den ersten Blick ähnelt *Halyomorpha halys* sehr stark der heimischen Gartenwanze, die sich von ihr durch die schwarzen Punkte an der Flügeldecke und auf der Körperunterseite unterscheidet. In kälteren Gebieten entwickelt die Marmorierte Baumwanze nur eine Generation pro Jahr, während sie in subtropischen Zonen bis zu sechs Generationen entwickeln kann. Von Juni bis August legen die Weibchen in unserem Klima zwischen 50 und 150 Eier in mehreren Gelegen auf der Unterseite der Blätter ab. Während ihrer Entwicklung durchlaufen die Larven fünf Stadien. Ab September finden sich die Wanzen in Gruppen zusammen und suchen Ritzen und Spalten an Gebäuden für die Überwinterung. Nach Angaben aus den USA, wo die Tiere schon früher

eingeschleppt wurden, ist die Bekämpfung der Wanzen sehr schwierig.

- Für weitere Informationen siehe [www.halyomorpha.agroscope.ch](http://www.halyomorpha.agroscope.ch)

### Mittelmeerfruchtfliege

*Ceratitis capitata* stammt ursprünglich aus dem tropischen Afrika, von wo sie sich in den mediterranen Raum sowie auf praktisch alle Kontinente ausgebreitet hat. Zwar meist nur in geringer Anzahl, doch wurden bereits in den vergangenen Jahrzehnten immer wieder Mittelmeerfruchtfliegen in der Schweiz gefunden. In den letzten Jahren konnte eine deutliche Zunahme von befallenen Früchten in verschiedenen Gegenden der Schweiz, speziell im Raum Zürich, beobachtet werden. Die Verbreitung erfolgt durch den Flug der adulten Fliegen, der bis zu 20 km weit führen kann, und durch Windverfrachtung über noch grössere Distanzen. Problematisch ist der Transport von befallenen Früchten durch Handel und Tourismus. Man nimmt auch an, dass die Fliege bei uns überwintern kann. Die Weibchen legen die Eier unter die Haut reifender Früchte. Aus den Eiern schlüpfen nach einigen Tagen Maden, die in den Früchten fressen und sich dort vom ersten bis zum dritten Larvenstadium entwickeln. Die Früchte verderben in der Folge. Die Mittelmeerfruchtfliege hat ein sehr breites Wirtspflanzenspektrum von über 200 Pflanzenarten. In Europa zählen Zitrusfrüchte und Pfirsich sowie eine Vielzahl weiterer fruchtender Kultur- und Wildpflanzen zu den Wirtspflanzen oder können zumindest zur Entwicklung genutzt werden. Darunter fallen beispielsweise Aprikosen, Äpfel, Birnen, Mispeln, Kiwi usw. Bemerkenswert und ein sicheres Erkennungsmerkmal ist das grosse Sprungvermögen der Larven.



Mittelmeerfruchtfliege

Abb. 5.15

### Rotband- und Braunfleckenkrankheit der Föhre

*Scirrhia pini* und *Scirrhia acicola* gelten als besonders gefährliche Pilzkrankheiten. Die Einschleppung der beiden Krankheiten in die Schweiz erfolgte durch infiziertes Pflanzenmaterial, vermutlich aus den USA. Gefährdet sind neben Bergföhre, *Pinus mugo*, der Waldföhre, *P. sylvestris* auch die Schwarzföhre, *P. nigra*. Zuerst zeigt sich eine starke Nadelschütte bei älteren Nadeljahrgängen. Bei intensivem Befall werden auch diesjährige Nadeln vom Pilz geschädigt. Das Verkahlen beginnt in Bodennähe und breitet sich dann Richtung Baumspitze aus. In schweren Fällen sind nur noch die Zweigspitzen benadelt, es bilden sich isolierte Nadelbüschel. Befallene Pflanzen können ganz eingehen. Bisher sind keine wirksamen Gegenmassnahmen bekannt. Deswegen müssen befallene Pflanzen gerodet und vernichtet werden. Diese Massnahmen sollten wegen der Ansteckungsgefahr nicht bei feuchtem Wetter oder Regen erfolgen.



Rotband- und Braunfleckenkrankheit der Föhre

Abb. 5.16

### Sharka-Virus



Sharka-Virus an Zwetschge

Abb. 5.17

Die Sharka ist die gefährlichste Virose an Zwetschgen-, Pflaumen-, Aprikosen- und Pfirsichbäumen. Sie erzeugt auf den Blättern Flecken und macht die Früchte ungeniessbar. Neben diesen Obstarten kann sie noch verschiedene Zier-Prunus-Arten und *Prunus spinosa*, den heimischen Schwarzdorn, befallen. Dank Ausrottungskampagnen in den 70er-Jahren galt die Schweiz als Sharka-frei. Seit 2004 wurde jedoch wieder in mehreren Zwetschgen- und Aprikosenanlagen hiesigen Sharka-Befall festgestellt, der auf neue Importe zurückgeführt werden konnte.



# 6

## Pflanzenschutzmittel

# 6. Pflanzenschutzmittel

## Zusammensetzung und Einteilung der Pflanzenschutzmittel

Pflanzenschutzmittel bestehen aus einer oder mehreren wirksamen Aktivsubstanzen, den Wirkstoffen, sowie verschiedenen Zusatzstoffen mit je eigenen Aufgaben und Nutzen. Moderne Spritzmittel sind also eine komplexe Mischung verschiedener Additive, die unterschiedlichste Zwecke erfüllen. Einige Beispiele von Zusatzstoffen:

- ▶ **Netzmittel**  
Das sind seifenartige Zusätze, die die normale Oberflächenspannung des Wassers herabsetzen. Dadurch verleihen sie der Spritzbrühe eine gute Benetzungsfähigkeit und Spreitung auf der Oberfläche der Pflanzenteile.
- ▶ **Haftmittel**  
Sie erhöhen die Witterungsbeständigkeit der Spritzmittel auf der Pflanzenoberfläche.
- ▶ **Stabilisatoren**  
Diese Zusätze ermöglichen die Persistenz (Beständigkeit) des Wirkstoffs in der Lösung oder der Spritzbrühe.
- ▶ **Penetrationsmittel**  
Sie verbessern das Eindringen der Aktivsubstanzen in die Pflanze.
- ▶ **Emulgatoren und Lösungsmittel**  
Diese Zusätze verhindern die Entmischung der verschiedenen Komponenten in den Präparaten und sorgen so für Stabilität. Ferner ermöglichen

sie beim Zubereiten der Spritzbrühe eine homogene Mischung mit Wasser.

- ▶ **Warn- und Vergällungstoffe**  
Sie verleihen dem Produkt eine auffallende Farbe oder einen unangenehmen Geruch. Damit sollen Unfälle durch Verwechslung vermieden werden. Oft ist der unangenehme Geruch der Produkte kein Zusatz, sondern sogar typisch für die Wirkstoffe, zum Beispiel bei Phosphorsäureester-Produkten.
- ▶ **Füllstoffe**  
Sie dienen dem Volumenausgleich und sind vor allem Emulsionen, wasserdispergierbaren Pulvern und Granulaten beigemischt. So entstehen sinnvolle Mengen für die Brüheherstellung oder Ausbringung. Beispiele: Talk, Kaolin, Kalk, Bentonit, Gips.

### Formulierungsarten

Als Formulierung wird die Aufbereitungsform bezeichnet, in der der Wirkstoff und die Zusatzstoffe vermischt sind. Die Wahl der Formulierungen richtet sich nach den Anforderungen der Praxis sowie nach toxikologischen und produktionstechnischen Gesichtspunkten. Pflanzenschutzmittel lassen sich auch aufgrund der Formulierungen einteilen; hier eine Liste der häufigsten Formulierungsformen mit ihren internationalen Kürzeln in Klammern.

- ▶ **Emulsionen (EC)**  
Ölige Flüssigkeiten, die sich in Wasser nicht auflösen. Die Tröpfchen der Emulsion schweben frei im Wasser. Emulsionen sind in der Regel daran erkennbar, dass sie mit Wasser gemischt schlagartig milchige Brühen ergeben. Lässt man die Brühe

### Zusatzstoffe von Pflanzenschutzmitteln

- |                         |                      |
|-------------------------|----------------------|
| ▶ Abdriftkontrollmittel | ▶ Netzmittel         |
| ▶ Aktivatoren           | ▶ Penetrationsmittel |
| ▶ Emulgatoren           | ▶ Puffermittel       |
| ▶ Entschäumer           | ▶ Spreiter           |
| ▶ Füllstoffe            | ▶ Stabilisatoren     |
| ▶ Haftmittel            | ▶ Vergällstoffe      |
| ▶ Lösungsmittel         | ▶ Weichmacher        |

stehen, rahmen die Emulsionströpfchen mit der Zeit an der Oberfläche auf.

- ▶ **Wasserlösliche Konzentrate (SL)**  
Ein flüssiger Wirkstoff ist in einer wässrigen Lösung gelöst.
- ▶ **Suspensionen (SC)**  
Feste Substanzen, die als feinste Teilchen im Wasser schweben. Je stabiler die Suspension, desto länger dauert es, bis diese Teilchen am Boden einen Niederschlag bilden, wenn die Spritzbrühe stehen gelassen wird. Bei diesen Produkten ist es wichtig, die Packung vor Gebrauch zu schütteln.
- ▶ **Wasserdispergierbare Pulver (WP)**  
Fein zerriebene, stäubende Substanzen, die in Wasser eine stabile Suspension ergeben.
- ▶ **Wasserdispergierbare Granulate (WG)**  
Diese Granulate zerfallen in Wasser schnell und ergeben stabile Suspensionen. Ihr Vorteil gegenüber den wasserlöslichen Pulvern: Sie stäuben bei der Handhabung nicht, was die Gefahr einer Inhalation durch den Anwender reduziert.
- ▶ **Stäubemittel (DP)**  
Diese Pulver werden trocken und mit Stäubegeräten direkt auf die Pflanzen appliziert; mit Vorteil, wenn diese noch taufeucht sind.

## Einteilung der Pflanzenschutzmittel nach der Wirkung

Pflanzenschutzmittel werden oft nach ihrer Wirkung eingeteilt. Es sind im Normalfall zehn Hauptgruppen, die wiederum in Untergruppen aufgeteilt werden können (siehe Tabelle unten).

### Insektizide

Ein Insektizid ist eine Substanz zur Abtötung von Insekten und ihren Entwicklungsstadien. Das erste synthetisch hergestellte Insektizid wurde 1892 zum Patent angemeldet. Es war das Mittel Antinonin, das in den Farbenfabriken vorm. Friedr. Bayer & Co. entwickelt wurde und als Wirkstoff den Farbstoff 4,6-Dinitro-o-Kresol (DNOC) enthielt.

### Wirkungsweisen von Insektiziden

Insektizide kann man nach ihrer Wirkungsweise einteilen, wobei viele Präparate über mehrere dieser Mechanismen wirken.

Pflanzenschutzmittel und ihr Wirkungsbereich	
Produktgruppe	Wirkungsbereich
▶ Insektizide	▶ Insekten
▶ Akarizide	▶ Milben
▶ Nematizide	▶ Nematoden
▶ Molluskizide	▶ Schnecken
▶ Rodentizide	▶ Mäuse und Ratten
▶ Fungizide	▶ Pilzkrankheiten
▶ Bakterizide	▶ Bakterien
▶ Herbizide	▶ Unkraut, Pflanzen
▶ Saatbeizmittel	▶ Schädlinge und Krankheiten am Saatgut
▶ Phytohormone	▶ Wachstumsregulatoren, die das Pflanzenwachstum steuern
<b>Innerhalb dieser Bereiche können weitere Gruppen unterschieden werden</b>	
▶ Aphizide	▶ Insektizide zur spezifischen Bekämpfung von Blattläusen
▶ Arborizide	▶ Herbizide, die gegen Gehölze eingesetzt werden können
<b>Bei Insektiziden und Akariziden wird teilweise gezielt nur ein Entwicklungsstadium erfasst</b>	
▶ Adultizide	▶ Ausgewachsene Schädlinge
▶ Larvizide	▶ Larven (Raupen, Maden)
▶ Ovizide	▶ Eier von Schädlingen

**Frassgifte** werden von den Insektenlarven oder den adulten Tieren mit der Nahrung aktiv aufgenommen und entfalten im Darm ihre Wirkung. Bis die Frassgifte genügend wirken, frisst das Insekt weiter. Beispiele für Frassgifte: Rotenon, Permethrin, aber auch spezifische Bakterien- und Viruspräparate

**Kontaktgifte:** Der Schädling muss mit der Spritzbrühe in Kontakt kommen. Die Aufnahme in den Insektenkörper erfolgt über die Fussglieder, Antennen, Rüssel und Zwischenhäute. Die meisten Insektizide besitzen eine mehr oder weniger ausgeprägte Kontaktwirkung. Beispiele für Kontaktgifte: Pyrethrum sowie Pflanzen- und Mineralöle

**Atemgifte:** Der Wirkstoff wird gasförmig über die Atemöffnungen aufgenommen und gelangt von dort zu den Mitochondrien (Ort der Zellatmung). Die Atmung der Schädlinge wird unterdrückt, sie ersticken. Beispiel für Atemgift: Pirimicarb

### Verhalten der Insektizide auf der Pflanzenoberfläche

Nach dem Verhalten auf der Pflanzenoberfläche lassen sich drei Gruppen von Insektiziden unterscheiden:

**Insektizide ohne Tiefenwirkung:** Der Wirkstoff bleibt auf der Pflanzenoberfläche haften und dringt nicht ins Gewebe ein. Beispiele: die meisten pflanzlichen Insektizide sowie synthetische Pyrethroide

**Insektizide mit Tiefenwirkung:** Diese Produkte dringen am Ort des Auftreffens ins Gewebe von Blättern oder Früchten ein, werden aber nicht transportiert. Beispiele: bestimmte Phosphorsäureester, Abamectin und Neem-Öl

**Insektizide mit systemischer oder systematischer Wirkung:** Charakteristisch für systemisch wirkende Insektizide ist, dass der auf die Pflanzenoberfläche auftreffende Wirkstoff durch die Kutikula und Oberhaut (Epidermis) ins pflanzliche Gewebe eindringt. Er gelangt in die Leitgefäße und wird mit dem Saftstrom über die ganze Pflanze verteilt. Auf diese Weise werden auch versteckte Schädlinge erfasst, die mit lokal wirkenden Mitteln nur schwer zu treffen sind. Die Wirkstoffaufnahme ist jedoch nicht immer genügend, die Verdünnung oft zu gross. Deshalb werden die Erwartungen in diesen Wirkungsmechanismus in der Praxis nicht immer erfüllt. Beispiele: fast alle Neonicotinoide und Spirotetramat

### Wirkstoffgruppen in Insektiziden

Nach chemischen Gesichtspunkten unterscheidet man anorganische, aus pflanzlichen Rohstoffen sowie synthetisch hergestellte Insektizide. Sie können anhand der Wirkstoffe in übersichtliche Gruppen zusammengefasst werden.

**Phosphorsäureester (PE):** Die ersten Phosphorsäureester wurden gegen Ende der 40er-Jahre synthetisiert. PE sind mehrheitlich breit wirksame Nervengifte. Sie wirken als Kontakt-, Frass- und Atemgifte und gehörten lange zu den gebräuchlichsten Insektiziden. Im Verkauf sind 2019 nur noch Dimethoat- und Chlorpirifos-Produkte.

**Carbamate:** Carbamate wirken als Nervengifte. Zu den insektiziden Carbamaten gehört das spezifische Läuse-Insektizid Pirimicarb.

**Nitroguanidine oder Neonicotinoide:** Sie sind die neueste und im Moment weltweit umsatzstärkste Gruppe von Insektiziden. Es handelt sich um Nervengifte mit lang anhaltender, systemischer oder Tiefenwirkung. Beispiele: Imidacloprid, Thiametoxam und Thiacloprid. Teilweise sind sie toxisch für Bienen, ihr Einsatz wurde deshalb in den letzten Jahren stark eingeschränkt.

**Synthetische Pyrethroide:** Die synthetischen Pyrethroide besitzen eine nahe chemische Verwandtschaft zum natürlichen Pyrethrum, einem Pflanzenextrakt. Die synthetischen Pyrethroide sind Frass- und Kontaktgifte. Die Schädlinge müssen mit der Spritzbrühe in Berührung kommen, deshalb müssen auch die Blattunterseiten gründlich behandelt werden. Da synthetische Pyrethroide für Raubmilben toxisch sind, dürfen sie, mit wenigen Ausnahmen, in mehrjährigen Kulturen nicht eingesetzt werden. Beispiele für Wirkstoffe aus dieser Gruppe sind Cypermethrin, Deltamethrin, Lambda-Cyhalothrin, Permethrin.

**Pflanzliche Insektizide:** Produkte aus dieser Gruppe wirken über Kontakt als Nervengifte und wurden neben den anorganischen Insektiziden bereits vor der Entdeckung von DDT eingesetzt. Die Bedeutung blieb jedoch gering, weil die Gewinnung – insbesondere von Pyrethrum aus getrockneten Chrysanthenblüten – relativ teuer und die Beständigkeit unter Einwirkung von Luft und Licht gering ist. In letzter Zeit erleben die pflanzlichen Insektizide vor allem durch die Bestrebungen des biologischen Landbaus eine Renaissance. Sie können zur Bekämpfung von Blattläusen, Blattsaugern, Weissen Fliegen, Spinnmilben und blattfressenden Raupen eingesetzt werden. Beispiele sind Pyrethrum, Rotenon (Deris), Quassia und Neem-Extrakt.

**Insektenwachstumsregulatoren (IGR):** Zu diesen Produkten gehören verschiedene chemische Verbindungen, deren Wirkung den natürlichen Hormonen und Enzymen von Insekten entspricht. Sie stören das normale Wachstum und die Entwicklung von Insekten und sind deshalb im Allgemeinen harmlos für Wirbeltiere und Pflanzen.

► **Pheromone:** Diese Produkte haben unterschiedliche physiologische Wirkungen. Am bekanntesten sind

die artspezifischen Sexualpheromone. Sie dienen zur Anlockung männlicher Artgenossen. Viele Sexualpheromone können synthetisch hergestellt werden.

Zur Befallskontrolle kommen Pheromone in Form von «duftenden» Klebfallen vor allem im Obst- und Weinbau zum Einsatz. Anhand der gefangenen Falter, zum Beispiel des Apfelwicklers, lässt sich die Populationsdichte und damit das Risiko eines wirtschaftlich nicht mehr tragbaren Befalls abschätzen.

Bei der Verwirrungstechnik werden in einer Parzelle weitere Duftquellen installiert, was die Orientierung der männlichen Falter stark stört. Die derart verwirrten Männchen können die Weibchen nicht mehr gezielt aufsuchen, sodass die Paarung und die Befruchtung der Eier erfolgreich verhindert werden.

- ▶ **Bakterienpräparate:** Die wichtigsten Bakterienpräparate werden aus verschiedenen Stämmen von *Bacillus thuringiensis* hergestellt. Die Bakterien werden von den Schädlingslarven gefressen und gelangen in den Darm. Toxinkristalle der Bakterien zerstören darauf den Darmtrakt und die Raupen sterben nach einigen Tagen. Es sind verschiedene Stämme gegen Raupen, Kartoffelkäfer-, Trauermücken- und Stechmückenlarven im Handel.
- ▶ **Viruspräparate:** Granuloseviren haben zurzeit die grösste Bedeutung bei der Bekämpfung von Apfel- und Schalenwicklern. Die Viren wirken sehr spezifisch. Sie gelangen wie die Bakterienpräparate bei der Frassaktivität in den Körper der Schädlingslarven, vermehren sich massiv und führen bald zum Tod.
- ▶ **Seifenpräparate:** Dabei handelt es sich um natürliche Fettsäuren, die meist als Kalisalze formuliert sind. Seifen sind Kontaktgifte für Blattläuse und Spinnmilben. Die Pflanzen müssen allseitig gründlich behandelt werden.
- ▶ **Ölpräparate:** Sie basieren auf Mineral- oder Pflanzenölen. Einige Formulierungen werden kombiniert mit Phosphorsäureestern angeboten. Ölpräparate werden hauptsächlich zur Reduktion überwinternder Schädlingsstadien im Obst-, Wein- und Gartenbau eingesetzt. Die Anwendung erfolgt während der Vegetationsruhe bis kurz vor dem Austrieb.  
Auch bei Schildlausbefall ist der Einsatz von Ölpräparaten nach wie vor beliebt. Zudem werden sie zur Bekämpfung von Woll-, Schmier- sowie Schildläusen an hartlaubigen Zimmerpflanzen eingesetzt.

## Akarizide

Akarizide sind Produkte zur Bekämpfung pflanzenschädigender Milben. Gewisse Insektizide erfassen auch Spinnmilben, während gewisse Akarizide auch gegen Insekten wirken können.

Milbenprobleme lassen sich oft durch geschickte Produktwahl eindämmen. Wichtig zur Vorbeugung gegen Resistenzen ist, dass bei mehreren Behandlungen gegen Milben Produkte mit unterschiedlichem Wirkungsmechanismus gewählt werden. Gewisse Akarizide wirken auf bewegliche Stadien der Milben, andere auf Eier und Junglarven. Wieder andere erfassen alle Stadien.

### Praxistipp

Vielerorts sind die Spinnmilben mittlerweile gegen verschiedene Akarizide resistent. Es wird deshalb empfohlen, ein bestimmtes Akarizid lediglich ein- bis zweimal pro Jahr einzusetzen. Meist wirken Akarizide nur über Kontakt oder bestenfalls lokalsystemisch, was eine gründliche, allseitige Behandlung der befallenen Pflanzen nötig macht.

## Nematizide

Mit Nematoden verseuchte Böden sind oft das Resultat jahrelanger Monokultur und fehlender Fruchtfolge. Die wichtigste Massnahme gegen pflanzenschädigende Nematoden ist deshalb die Prävention durch Pflegemassnahmen, die die Bodengesundheit langfristig fördern. Chemische Produkte sind keine mehr im Handel.

## Molluskizide

Molluskizide sind Präparate zur Bekämpfung von pflanzenschädigenden Schnecken in landwirtschaftlichen und gärtnerischen Kulturen. Verwendet werden hauptsächlich Granulatkörner auf der Basis von Metaldehyd. Zudem gibt es Produkte für Spritzapplikationen mit demselben Wirkstoff. Sie wirken gegen alle schädlichen Nacktschneckenarten.

Weiter werden Schneckenkörner mit dem im Biolandbau zugelassenen Wirkstoff Eisenphosphat angeboten. Das vergiftete Tier verschwindet und vertrocknet ohne Schleimspuren in seinem Versteck. Grundsätzlich gilt für alle diese Mittel, dass sie möglichst sparsam und gezielt angewendet werden sollten.

Ausserdem ist es heute möglich, Schnecken mit Nützlingen zu bekämpfen. Schneckenparasitierende Nematoden wirken besonders gegen Ackerschnecken; die rotbraunen Wegschnecken werden dagegen wenig tangiert.

### Rodentizide

Rodentizide sind Produkte zur Bekämpfung von pflanzenschädigenden Ratten und Mäusen. Es handelt sich dabei vor allem um mit Frassgiften behandelte Köder, die ausgelegt werden, und um Vergasungsmittel.

Ködermittel, also Frassgifte gegen Mäuse, sind im Freiland Einsatz nur noch mit grossen Einschränkungen und nur im landwirtschaftlichen Bereich gestattet. Man will damit die Gefahr von Vergiftungen von Haus- und Wildtieren ausschliessen. Auch beim Einsatz in Gebäuden und Gewächshäusern ist mit der nötigen Vorsicht zu arbeiten. Ratten- und Mäusegifte sind auch für Menschen akut giftig.

Im Bereich der Landwirtschaft (auch Obst/Beeren) können zur Vergasung Aluminiumphosphid- oder Kaliumnitrat-Patronen in die Gänge gelegt werden. Die Auslegestellen müssen gut verschlossen werden. Für den gärtnerischen Einsatz sind die Patronen aufgrund der Gefährlichkeit und der starken Geruchsbelästigung absolut ungeeignet.

### Fungizide

Fungizide hindern Pilze an der Keimung, und hemmen oder stoppen ihr Eindringen in die Pflanzen sowie das Myzelwachstum in den Pflanzen. Manche Fungizide greifen den Erreger an mehreren Stellen seiner Stoffwechselfvorgänge an, andere nur an einer einzigen. Bei der zweiten Art ist die Gefahr der Bildung von weniger empfindlichen oder sogar resistenten Pilzstämmen grösser. Fungizide werden nach Wirkungsarten und nach Wirkstoffgruppen klassiert.

#### Praxistipp

Pilzinfektionen verlaufen im Verborgenen, lange bevor sie sichtbar werden. Kein Fungizid kann kranke oder gar abgestorbene Pflanzenteile gesund machen. Fungizide sollten – nachdem alle kulturtechnischen Massnahmen wie Fruchtwechsel, optimale Sortenwahl, Hygiene und Pflanzabstand berücksichtigt worden sind – bei Bedarf gezielt und rechtzeitig eingesetzt werden.

#### Wirkstoffgruppen von Fungiziden

Wirkstoffgruppen sind nach ihrer chemischen Zusammensetzung zusammengefasste Familien von Fungiziden. Sie haben oft vergleichbare Eigenschaften, ein ähnliches Wirkungsspektrum und einen ähnlichen Wirkungsort beim Schadpilz. Die wichtigsten Wirkstoffgruppen sind:

#### ► Strobilurine

Beispiele: Azoxistrobin, Kresoxym-methyl, Trifloxistrobin

#### ► Sterolsynthesehemmer

(Morpholine, Triazole)

Beispiele: Difenaconazol, Fenbuconazol, Penconazol, Propiconazol

#### ► Phenylamine

Beispiel: Metalaxyl-M

Resistenzen betreffen oft alle Produkte einer Wirkstoffgruppe; ein Wechsel mit Produkten innerhalb derselben Gruppe macht deshalb wenig Sinn. Viele Produkte werden als Mischungen von Stoffen aus verschiedenen Fungizidgruppen verkauft. Ist dies nicht der Fall, sollte nach mehrmaliger Anwendung eines Produkts in derselben Kultur auf Produkte einer anderen Wirkstoffgruppe gewechselt werden.

#### Wirkungsweisen von Fungiziden

Fungizide können protektiv, kurativ oder eradikativ wirken. Protektive Fungizide verhindern eine Sporeneimung oder das Eindringen des Pilzes ins Pflanzengewebe. Das kann durch eine direkte Einwirkung auf die Spore oder durch eine Veränderung der physiologischen Bedingungen auf dem Blatt geschehen.

Seit Mitte der 80er-Jahre sind auch kurative und eradikative Fungizide erhältlich. Kurative Fungizide können eine Infektion im Anfangsstadium stoppen. Eradikative Fungizide können Pilzbefall noch erfolgreich bekämpfen, wenn bereits Befallssymptome sichtbar sind. Bisher gibt es eradikative Wirkstoffe nur für die Bekämpfung von ektoparasitischen (auf den Pflanzen lebenden) Pilzen wie zum Beispiel dem Echten Mehltau.

**Kontaktfungizide:** Diese Wirkstoffe bilden einen Belag auf der Pflanzenoberfläche und verhindern so die Sporeneimung und das Eindringen des Keimschlauchs. Kontaktfungizide schützen nur die behandelte Oberfläche, nicht den Neuzuwachs. Sie werden durch Beregnung oder Niederschläge abgewaschen. Die vorbeugende Wirkung dauert ca. 8 bis 10 Tage, je nach Zuwachs und Niederschlag. Auch bei wiederholter Anwendung kommt es bei den Schadpilzen nicht zur Resistenzbildung.

Beispiele: Kaliumbicarbonat, Kupferprodukte, Schwefelprodukte, Captan, Folpet, Mancozeb

**Systemische Fungizide:** Sie wirken auch kurativ gegen bereits eingedrungene Pilze. Die Dauerwirkung beträgt je nach Produkt und Krankheit zwischen 7 und selten 21 Tage. Systemische Fungizide schützen auch den Neuzuwachs, da die Wirkstoffe über die Leitungsbahnen weitergeleitet werden. Bei wiederholter Anwendung können sich langsam Resistenzen aufbauen.

Beispiele: Aluminiumfosetyl, Fenbuconazol, Metalaxyl-M, Propamocarb

**Fungizide mit Tiefenwirkung:**

Sie dringen ins Pflanzengewebe ein und wirken 1 bis 3 Tage kurativ. Die vorbeugende Wirkung dauert ca. 10 bis 14 Tage. Diese Fungizide schützen die behandelten Pflanzenteile, nicht aber den Neuzuwachs. Bei wiederholter Anwendung können sich langsam Resistenzen aufbauen. Beispiele: Difenaconazol, Penconazol

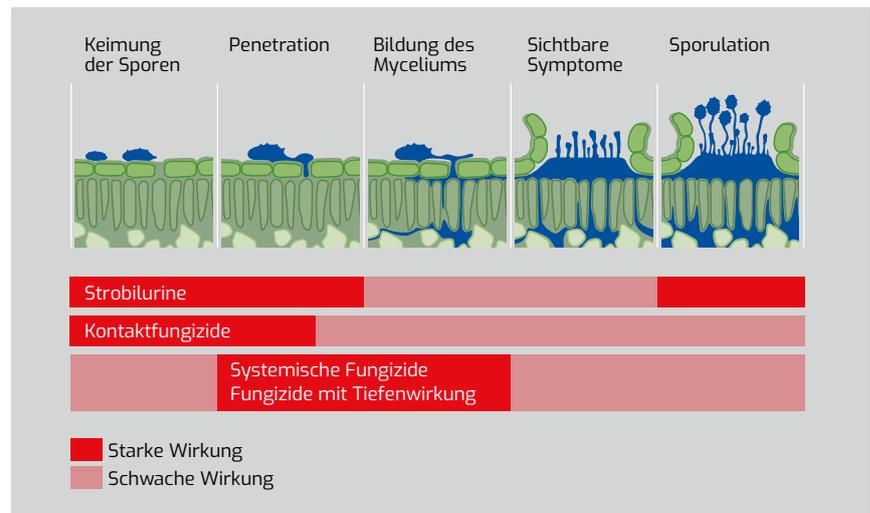
**Wirkungsweisen von Fungiziden**

Abb. 6.1

**Mesostemische, translaminare Fungizide (Strobilurine):**

Strobilurine verhindern die Sporenkeimung und später auch die erneute Sporenbildung. Sie dringen rasch ins Blatt ein und sind sehr schnell regenfest. Die Umverteilung erfolgt in der Wachsschicht oder je nach Produkt systemisch. Der Neuzuwachs ist teilweise ebenfalls geschützt. Der vorbeugende Schutz beträgt 10 bis 21 Tage. Das Risiko von Resistenzen ist bei unsachgemäßer Anwendung recht hoch.

Beispiele: Azoxistrobin, Kresoxym-methyl, Trifloxistrobin

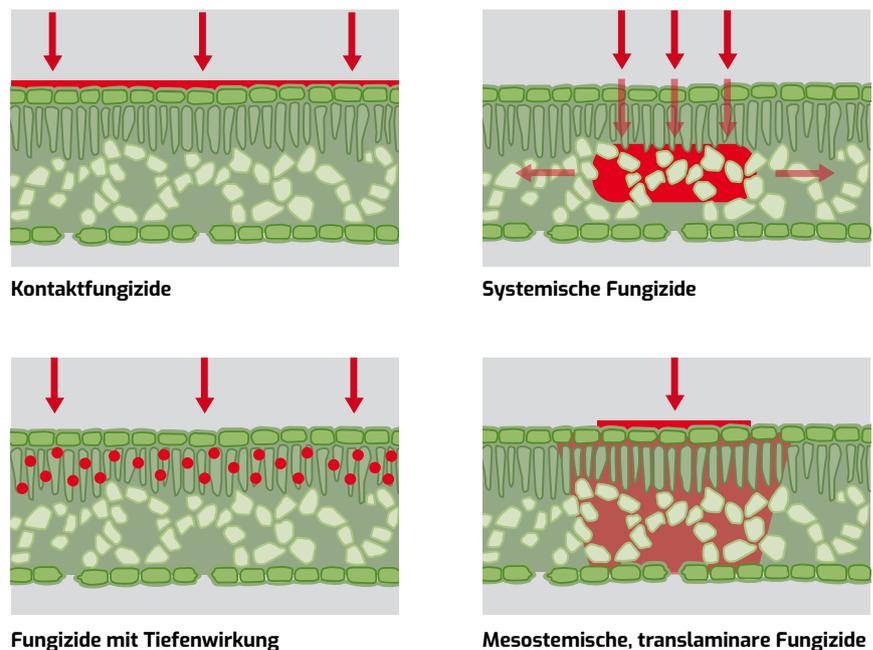


Abb. 6.2

**Bakterizide**

Bakterien sind mikroskopisch kleine Einzeller. Von den vielen Tausend Bakterienarten sind einige wenige als Krankheitserreger an Pflanzen bekannt. Es handelt sich vor allem um Arten der Gattungen *Pseudomonas*, *Xanthomas*, *Agrobacterium* und *Erwinia*.

Kupferspritzmittel haben eine gewisse Wirkung auf Bakterienkrankheiten. Auch Desinfektionsmittel töten teilweise Bakterien ab. Es sind aber keine Pflanzenschutzmittel im Handel, die als Bakterizide bezeichnet werden könnten. Deshalb sind vor allem vorbeugende Massnahmen gegen Bakterien wichtig, zum Beispiel:

- ▶ Verwendung von gesundem und geprüftem Saat- und Pflanzgut
- ▶ Regelmässiger Fruchtwechsel
- ▶ Vermeidung von Verletzungen und Schnittwunden bei den Pflanzen
- ▶ Regelmässiges Desinfizieren der Werkzeuge
- ▶ Sterilisation der Saatguterde und Kultureinrichtungen
- ▶ Vernichten und Entsorgen von befallenen Pflanzen

### Herbizide

Herbizide sind Substanzen, die Pflanzen abtöten können. Sie sind mengenmässig die grösste Gruppe aller verwendeten Pflanzenbehandlungsmittel – weltweit wie auch in der Schweiz.

#### Total- und Selektivherbizide

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

Mit **Totalherbiziden** ist meist keine selektive Bekämpfung möglich. Sie wirken auf alle Pflanzen toxisch und dürfen weder durch Spritznebel noch durch Einschwemmung mit Kulturpflanzen in Berührung kommen.

- ▶ Totalherbizide mit Dauerwirkung werden auch als Residualherbizide bezeichnet. Da in der Schweiz nur humusierte, also kultivierte, Flächen mit Herbiziden behandelt werden dürfen, sind keine wirklichen Totalherbizide mit Dauerwirkung mehr im Handel.
- ▶ Totalherbizide ohne Dauerwirkung haben kaum Nachwirkungen und kurze Wartefristen. Sie werden von den Pflanzen meist über die Blätter aufgenommen. Beispiele: Glyphosate.

**Selektivherbizide** wirken nur auf bestimmte Pflanzen, andere bleiben verschont. Wie ist das möglich? Die selektive Wirkungsweise basiert auf folgenden Faktoren:

- ▶ **Unterschiedliche Form und Struktur** der Kulturpflanzen und Unkräuter  
Zum Beispiel bleiben die Rasenherbizide nicht auf den wasserabstossenden Blättern der Gramineen (Rasengräser) haften, auf den behaarten, breitblättrigen Unkräutern dagegen schon.
- ▶ **Eigentümlichkeit des Stoffwechsels** bei einigen Kulturpflanzen  
Die Kulturpflanze reagiert nicht auf das Herbizid, das Unkraut dagegen schon. Mais zum Beispiel kann Atrazin abbauen, andere krautige Pflanzen sind dazu nicht in der Lage. Gräserherbizide wirken nur auf Gramineen.
- ▶ **Unterschiedlicher Wurzelhorizont**, Flach- oder Tiefwurzler  
Meist ist dabei die Kulturpflanze tiefwurzelnd und das Herbizid greift die flachwurzelnden Unkräuter an.
- ▶ **Unterschiedliches Alter** bzw. Wachstumsstadium der Kulturpflanze und des Unkrauts  
Das Herbizid wirkt zum Beispiel nur auf keimendes Unkraut.

#### Anwendungszeitpunkt der Herbizide

Der Anwendungszeitpunkt im Lebenszyklus der Pflanzen ist ein wichtiges Kriterium bei der Anwendung von Herbiziden. Es gibt vier Typen:

**Vorsaatbehandlung:** Das Herbizid wird vor der Saat der Kulturpflanze eingesetzt, wobei je nach Präparat eine Einarbeitung erfolgen kann oder muss.

**Vorauflaufbehandlung:** Das Herbizid wird nach der Saat angewendet, aber vor dem Auflaufen der Kulturpflanzen oder, je nach Produkt, des Unkrauts.

**Nachauflaufbehandlung:** Die Anwendung erfolgt nach dem Auflaufen der Kulturpflanzen – oder des Unkrauts –, meist in einem genau definierten Wachstumsstadium und bei bestimmten Witterungsbestimmungen.

**Unterblattbehandlung:** Das Herbizid wird mit Spezialgeräten wie Reihenspritzgerät oder Spritzschirm zwischen den Reihen und unter den Blättern der Kulturpflanzen ausgebracht.

#### Praxistipp

Da auch geringe Herbizidrückstände in Geräten und Messbechern Kulturpflanzen unwiderruflich schädigen können, sind für Herbizidanwendungen speziell gekennzeichnete Geräte und separate Messbecher zu verwenden.

#### Kontaktherbizide

Dabei handelt es sich um Abbrennherbizide, die vorwiegend oder ausschliesslich über das Blatt eindringen und in der Pflanze nicht weitergeleitet werden. Sie schädigen die Pflanzen nahe bei der Stelle des Eindringens, also dort, wo die Spritzbrühe in Kontakt mit der Pflanzenoberfläche kommt.

Die Wirkung der Kontaktherbizide beschränkt sich auf Pflanzen ohne Reservestoffe wie einjährige Unkräuter.

#### Translokale Blattherbizide (Wachsstoffherbizide)

Diese Herbizide werden vorwiegend über das Blatt aufgenommen und anschliessend in der Pflanze weitergeleitet (Translokation). Die bekanntesten Vertreter dieser Gruppe, die Phenoxifettsäuren, greifen schädigend in den Wachsstoffhaushalt der Pflanze ein, daher die Bezeichnung Wachsstoffherbizide. Die meisten Rasenherbizide oder Windenmittel gehören zu dieser Gruppe. Andere Herbizide greifen störend in den Stoffwechsel, die Zellteilungsorgane oder in andere, vielfach nicht näher bekannte Vorgänge in der Pflanze ein. Gemeinsam ist aber allen translokalen Blattherbiziden, dass sie nicht am Aufnahmeort, sondern in anderen Geweben wirken, in die der Wirkstoff zuerst transportiert werden muss.

Blattherbizide werden hauptsächlich mit dem Assimilationsstrom im Phloem verteilt, der auch die Kohlenhydrate aus den Blättern weitertransportiert. Assimilate werden aber nur wegtransportiert, wenn die Blätter mehr produzieren, als sie für den eigenen Aufbau oder für die Veratmung brauchen. Die grösste Stoffauslagerung erfolgt deshalb aus voll entwickelten, assimilationsfähigen Blättern und bei günstiger, wüchsiger Witterung. Junge, noch in Entwicklung befindliche Blätter dagegen exportieren keinen Zucker. Sie leiten auch Herbizide kaum weiter.

Aktivsubstanzen, die normalerweise in der Pflanze sehr beweglich sind, können bei Überdosierung eine Kontaktwirkung verursachen, wodurch der Abtransport verhindert wird. Das ist der Grund für die häufig bei mehrjährigen Unkräutern zu beobachtende geringere Wirkung von überdosierten Behandlungen mit Rasenherbiziden.

### Praxistipp

Optimaler Zeitpunkt für die Ausbringung von translokalen Blattherbiziden:

- ▶ Die Unkräuter müssen sich in voller Vegetation befinden.
- ▶ Die Produkte müssen 4 bis 5 Stunden auf den Blättern haften können, ohne Regen oder Tau.
- ▶ Bei Temperaturen unter 10 °C ist die Wirkung oft geringer. Bei Temperaturen über 25 °C besteht die Gefahr von Verbrennungen und ebenfalls von schlechterer Wirkung.
- ▶ Rasenherbizide können bei zu hohen Lux-Werten zu Schäden am Rasen führen.
- ▶ Abdrift ist unbedingt zu vermeiden, deshalb nicht bei Wind ausbringen.

### Bodenherbizide

Diese Wirkstoffe werden über die Wurzeln aufgenommen und anschliessend in der Pflanze weitergeleitet. Sie wirken meist in den Blättern oder in anderen Pflanzenteilen. Im Boden bleibt die Wirksamkeit während längerer Zeit erhalten, deshalb wird auch die Bezeichnung Residualherbizide verwendet.

**Boden:** Je nach Bodenbeschaffenheit dringt das Bodenherbizid mehr oder weniger tief in den Boden ein. Die Dosierung muss entsprechend angepasst werden; um die gleiche Wirkung zu erzielen, sind verschiedene Aufwandmengen notwendig. Die nötigen Angaben finden sich in der Gebrauchsanweisung.

**Bodenfeuchtigkeit:** Die Aktivsubstanz kann nur mithilfe von Wasser in den Boden eindringen; bei Trockenheit können Bodenherbizide in ihrer Wirkung versagen. Bodenherbizide sind deshalb nur in feuchten Böden anzuwenden, bei trockener Witterung muss vor und nach der Applikation bewässert werden. Die Temperatur spielt –

anders als bei den meisten Blattherbiziden – keine grosse Rolle.

### Berechnung der Produktkonzentration

Bodenherbizide werden in Gramm pro Flächeneinheit berechnet. Die Konzentration wird nach der Wasserausbringungsmenge bestimmt. Angenommen, auf der Packung steht: Anwendung 1 g/m<sup>2</sup>. Was bedeutet das für die verschiedenen Ausbringungsarten?

- ▶ Verteilung mit Rückenspritzen: Eine Rückenspritze zu 10 Litern reicht für ca. 100 m<sup>2</sup>. Konzentration für Rückenspritze: 100 g auf 10 Liter Wasser.
- ▶ Moderne Feldspritzen können Herbizide mit sehr wenig Wasser ausbringen. Sie arbeiten mit 300 bis 600 Litern Wasser pro ha, was ca. 3 bis 6 Litern pro 100 m<sup>2</sup> entspricht. Konzentration für Feldspritze: 100 g auf 3 bis 6 Liter Wasser.

Für eine zufriedenstellende Wirkung werden mit Bodenherbiziden generell höhere Brühmengen benötigt als mit Blattherbiziden.

**Translokale Blattherbizide:** Die empfohlenen Konzentrationen werden sowohl in Prozent pro Wassermenge als auch als Menge pro Flächeneinheit angegeben. Pro 100 m<sup>2</sup> rechnet man mit ca. 8 bis 10 Litern Wasser bei Rückenspritzen und 2 bis 5 Litern bei Feldspritzen.

### Saatbeizmittel

Saatbeizmittel werden gegen Pilzkrankheiten und Schädlinge eingesetzt. Zu diesem Zweck wird das Saatgut mit Fungiziden und/oder Insektiziden behandelt. Dies geschieht meist in speziellen Maschinen, die eine gleichmässige Verteilung der Chemikalien auf den Samen gewährleisten. Saatbeizmittel haben meist eine sehr auffällige Farbe, um den Verzehr von behandeltem Saatgut zu verhindern.

### Wachstumsregulatoren

Chemische Wachstumsregulatoren werden weltweit in sehr vielen Kulturen eingesetzt: etwa im Getreidebau zur Verbesserung der Standfestigkeit, im Obstbau zur Steuerung des Fruchtansatzes, bei Baumwolle zur Ermöglichung der mechanischen Ernte oder im Ananasanbau zur Blüteninduzierung, um nur einige Beispiele zu nennen. Die im Zierpflanzenbau verwendeten Mengen von Wachstumsregulatoren sind daneben verschwindend klein.

### Was sind Wachstumsregulatoren?

Unzählige Hormone steuern die meisten Lebensabläufe und Verhalten von Lebewesen. Es handelt sich dabei um organische Verbindungen, die bereits in geringsten Mengen die Entwicklungsabläufe regulieren. Das Wachstum der Pflanzen wird von sogenannten Phytohormonen beeinflusst. Entscheidend für ihre Wirkung ist das Mengen- und Konzentrationsverhältnis. Ein Beispiel: Vom Wuchsstoff Indolylessigsäure braucht es nur 1 bis 10 mg auf 1000 kg Pflanzengewicht, um eine Wirkung zu erzeugen. Indolylessigsäure kommt in Haferkeimlingen vor. Um ein Gramm davon zu gewinnen, bräuchte man die Keimlinge von 3000 Hektaren Hafer.

Phytohormone können sowohl eine wuchsfördernde als auch eine wuchshemmende Wirkung haben. Bekannt sind vier Gruppen: die Auxine, die Cytokinine, die Gibberelline und die Abscisine; dazu kommt ein phytohormonähnlicher Stoff, das Ethylen. Sie alle steuern eine Vielzahl von Wachstums-, Entwicklungs- und Differenzierungsprozessen.

**Auxine:** Die häufigsten Phytohormone sind die Auxine. Gebildet werden sie in meristemem Gewebe von Wurzeln und Blättern. Von dort werden sie zu den Streckungszonen transportiert. Auxine fördern die Zellteilung und -streckung, die Kambium- und Wurzelbildung und die Apikaldominanz<sup>1)</sup>. Ein wichtiger Vertreter dieser Gruppe ist die Indolylessigsäure. Dieser und andere Wuchsstoffe werden als Herbizide verwendet, zum Beispiel in Getreide- oder Rasenherbiziden sowie in Windenmitteln. Die Zellen der damit behandelten Pflanzen wachsen sich, etwas vereinfacht ausgedrückt, an einer Überdosis von Wachstumshormonen zu Tode.

**Cytokinine** werden vorwiegend in der Wurzelspitze gebildet. Sie fördern die Zellteilung und -streckung, brechen die Keimruhe, heben die Apikaldominanz<sup>1)</sup> auf, regen die Sprossregeneration in Gewebekulturen an und verzögern Alterungsprozesse. Bei Schnittblumen in der Vase fehlt die Cytokininbildung der Wurzel, deshalb die beschränkte Haltbarkeit.

**Gibberelline:** Diese Phytohormone werden überwiegend in jungen Blättern und Wurzeln gebildet. Über dreissig verschiedene Gibberelline wurden bisher gefunden. Sie steuern Differenzierungsvorgänge, können die Keimruhe brechen und Langtagpflanzen im Kurztag blühen lassen. Zudem fördern sie das Streckungswachstum. Chemische Hemmstoffe vermindern die Gibberellinproduktion und führen so zu kompakteren Pflanzen.

**Abscisine** können als natürliche Hemmstoffe bezeichnet werden. Sie leiten die Ruhe ein und tragen zur Alterung der Pflanze bei. Wenig Licht und niedrige Tempera-

turen im Herbst sowie Trockenheit fördern die Abscisinbildung. Zwischen ihnen und den übrigen Phytohormonen bestehen zahlreiche Wechselwirkungen.

**Ethylen** ist für Pflanzen von grosser Bedeutung. Es löst die Alterung und das vorzeitige Welken aus. Wird Ethylen von aussen an die Pflanze herangebracht, bewirkt dies eine verstärkte Ethylenproduktion auch in der Pflanze. Gebildet wird Ethylen in allen grünen Pflanzenteilen. Gefördert wird die Bildung durch extreme Temperaturen, Trockenheit und Krankheitsinfektionen. Abgesehen von der Förderung der Blütenbildung bei Bromelien zeigt sich Ethylen im Zierpflanzenbau eher schädigend. Es kann beim Transport oder bei der gedrängten Lagerung von Pflanzen zum Problem werden. Bei Früchten beschleunigt es die Reifung.

Die im Handel verfügbaren Wachstumsregulatoren sind pflanzenfremde Wuchsstoffe. Zum grössten Teil beruht ihre Wirkung darauf, dass sie die Synthese von wuchstumsfördernden oder -hemmenden Stoffen in der Pflanze bremsen oder gar blockieren. Ausserhalb der Pflanze haben sie keine Wirkung auf andere Organismen.

### Praxistipp

Unter Splitbehandlungen versteht man die wiederholte Anwendung von Wachstumsreglern im Spritzverfahren mit reduzierter Konzentration, meist mit der halben Normaldosierung. Zwei Splitbehandlungen mit je der Hälfte der Normalkonzentration sind meist effektiver als eine Behandlung mit voller Dosierung. Die Wirkung ist gleichmässiger und berechenbarer.

### Grundregeln für den Einsatz von Wachstumsregulatoren

Wuchshemmstoffe können zu lang gewachsene Pflanzen nicht mehr kurz machen. Deshalb muss ihr Einsatz als Kulturmassnahme rechtzeitig eingeplant sein und termingerecht und protektiv durchgeführt werden. Dabei ist zu beachten, dass diese Produkte einige Tage brauchen, um ihre Wirkung zu entfalten.

Spritzungen sollten mit feiner Düse durchgeführt, die Pflanzen gleichmässig und allseitig betaut werden. Die meisten Produkte werden nur von unten nach oben transportiert. Das heisst: Nicht oder zu wenig behandelte Triebe wachsen weiter.

Wachstumsregulatoren sollten langsam antrocknen. Die Behandlung kann abends oder auch am frühen Morgen erfolgen. Optimal für eine gute Wirkung sind wüchsige Bedingungen für die zu behandelnden Pflanzen.

1) Unter Apikaldominanz wird das Hemmen des Wachstums von Seitentrieben durch den Haupttrieb verstanden. Das geschieht mit Wuchsstoffen, die der Haupttrieb bildet. Diese Hemmung wird aufgehoben, wenn der Haupttrieb entfernt wird. Es bilden sich mehr Seitentriebe. Bei Tannen und Fichten ist dies sehr ausgeprägt der Fall.

Günstig sind hohe Luftfeuchtigkeit und Temperaturen zwischen 15 bis 25 °C; gerade im Hochsommer wird oft bei zu hohen Temperaturen behandelt, was zu einer mangelhaften Wirkung führt.

Zu enger Stand und Lichtmangel treiben Pflanzen trotz Hemmstoffeinsatz zu starkem Längenwachstum an. Meist erhalten Pflanzen bei engem Stand auch weniger Wirkstoff pro Pflanze. Zudem gelangt das Produkt nur an die oberen Teile. So kann der untere Teil der Pflanze weiterwachsen.

Vor Ablauf von zwölf Stunden dürfen die behandelten Blätter nicht überbraust werden. Die Hemmmittel wirken indirekt, das heisst, sie bremsen die wachstumsfördernden Phytohormone, und diese werden von den Pflanzen nicht immer in derselben Menge produziert. Vielfältige Faktoren wie Pflanzenart, Sorten, Düngung, Witterungsverhältnisse und Kulturführung können selbst bei sorgfältigster Arbeit in ihrer Auswirkung nicht jedesmal zum Voraus erfasst werden.

## Wartefristen

Gemäss Lebensmittelgesetz dürfen Lebensmittel, die in den Handel gelangen, keine gesundheitsschädigenden Stoffe enthalten. Rückstände sind nur tolerierbar, wenn sie gesundheitlich unbedenklich und technisch notwendig sind.

Die Wartefrist gibt für jedes Pflanzenschutzmittel die minimale Zeit an, die zwischen der letzten Anwendung des Mittels und der Ernte eingehalten werden muss. Diese Frist wird für jedes Produkt und für jede Kultur unter Berücksichtigung der folgenden Faktoren festgesetzt:

- ▶ **Maximale Konzentration** der Rückstände, die auf dem Erntegut noch als gesundheitlich unbedenklich und technisch unvermeidbar gelten.
- ▶ **Abbaugeschwindigkeit des Wirkstoffs** nach der Behandlung; daraus ergibt sich die Frist, bis die Rückstände unter das unbedenkliche Niveau gesunken sind.
- ▶ **Kulturtechnische Notwendigkeit** einer Behandlung kurz vor der Ernte; Beispiel: Gewächshausgurken, die über eine längere Zeitspanne geerntet werden.

Da diese drei Faktoren auch von der behandelten Kultur abhängig sind, kann die verlangte Wartefrist für ein und dasselbe Produkt von Kultur zu Kultur unterschiedlich lang sein.

## Resistenzen und Resistenzmechanismen

In der Biologie versteht man unter Resistenz die Widerstandskraft eines Organismus – oder genauer einer biologischen Art – gegen äussere Einflüsse. Eine Resistenz kann absolut, also eine totale Unempfindlichkeit sein. Häufiger ist jedoch eine mehr oder weniger verstärkte Widerstandskraft gegen einen bestimmten Einfluss. Im gärtnerischen Bereich bzw. im Pflanzenschutz geht es um zwei Arten von Resistenzen:

- ▶ die Widerstandsfähigkeit oder Toleranz von **Pflanzen** gegenüber negativen Einflüssen wie Kälte oder Wärme, aber auch gegenüber Krankheitserregern und Schädlingen
- ▶ die Fähigkeit von **Schaderregern**, sich gewissen Wirkstoffen oder Behandlungsverfahren anzupassen und widerstandsfähige Populationen aufzubauen. Im Lauf vieler Generationen können Organismen durch Mutation und Selektion resistent werden.

Resistenzen von Schaderregern auf Pflanzenschutzmittel sind ein ernst zu nehmendes Problem. Nicht jeder Misserfolg bei Pflanzenschutzbehandlungen darf jedoch als Folge einer Resistenz eingestuft werden. In der Praxis zeigt sich, dass ungenügende Applikationstechnik, fehlende Wiederholungen und zu später Einsatz weit häufiger der Grund für eine mangelhafte Wirkung sind.

### Wie können Resistenzen entstehen?

Eine echte Resistenz gegenüber Pflanzenschutzmitteln ist dann gegeben, wenn ein Wirkstoff oder eine Wirkstoffgruppe, die während eines gewissen Zeitraums gegen einen bestimmten Schaderreger eingesetzt wurden, in der Wirkung rapide nachlassen und für die Bekämpfung unbrauchbar werden.

Solche Resistenzen entstehen durch Variationen, Adaptionen und Mutationen, aber auch durch verminderte Wirkstoffaufnahme oder verstärkten Wirkstoffabbau von Schädlingen und Krankheiten. Oder anders gesagt, es gibt:

- ▶ **Verhaltensresistenz:** Ein Schädling verändert sein Verhalten, er flüchtet vor einer Behandlung oder stellt die Nahrungsaufnahme bei systemisch wirkenden Produkten ein.
- ▶ **Morphologische Resistenz:** Der Körper eines Schädlings kann sich anpassen, etwa wenn Stubenfliegen dickere Chitinpanzer an den Beinen entwickeln und so weniger Berührung mit Kontaktinsektiziden haben.
- ▶ **Physiologische Resistenz:** Der Stoffwechsel, die Verdauung eines Erregers, «lernt», Giftstoffe abzubauen, ohne Schaden zu nehmen.

Je schneller die Entwicklung eines Erregers, je kürzer der Zyklus, desto grösser ist die Wahrscheinlichkeit, dass aus einzelnen resistenten Lebewesen eine resistente Population entsteht. Förderlich für die Resistenzentwicklung ist es auch, wenn die Wirkstoffe nur wenige Angriffspunkte im Stoffwechsel des Schadorganismus haben und die betroffenen Stoffwechselfvorgänge von wenigen Genen gesteuert werden. Resistenzen können sich grundsätzlich nicht nur gegen chemische Wirkstoffe entwickeln, sondern auch gegen biologische Pflanzenschutzmittel, zum Beispiel gegen *Bacillus-thuringiensis*-Produkte.

### Tipps für die Vorbeugung gegen Resistenzen

- ▶ Pflanzenschutzmittel integriert mit anderen Massnahmen verwenden. Chemischen Pflanzenschutz als letztes Mittel – nach Kulturmassnahmen, biologischem, mechanischem und biotechnischem Pflanzenschutz – einsetzen.
- ▶ Gezielte Diagnose des Schaderregers; Behandlung erst ab der Schadschwelle.
- ▶ Pflanzenschutzarbeiten immer gründlich und fachgerecht ausführen.
- ▶ Empfohlene Dosierungen einhalten, Unter- und Überdosierungen vermeiden.
- ▶ Wirkungsmechanismen und Wirkungsspektren der Präparate beachten.
- ▶ Produkte sinnvoll kombinieren, zum Beispiel Larvizide und Ovizide gegen Schädlinge oder Kontakt- und systemische Fungizide.
- ▶ Wirkstoffgruppen gezielt wechseln.
- ▶ Systemische Präparate nur einsetzen, wenn die Schaderreger – und auch die Wirtspflanzen – aktiv sind.
- ▶ Die Wirkung systemischer Präparate nicht überschätzen.

# 7

## Applikationstechnik im Zierpflanzenbau

# 7. Applikationstechnik im Zierpflanzenbau

## Die richtigen Rahmenbedingungen

Effizienter und umweltschonender Pflanzenschutz ist ein Zusammenspiel von geeigneten Produkten, idealen Rahmenbedingungen und einer optimalen Applikationstechnik. Die Anzahl verfügbarer Pflanzenschutzmittel wird in Zukunft eher abnehmen, die Anforderungen an Qualität und Sicherheit jedoch werden zunehmen. Der Anwender muss also den Faktoren Applikationstechnik und Rahmenbedingungen stärkere Beachtung schenken als bisher.

Soll die Behandlung mit einem Pflanzenschutzmittel zum Erfolg führen, muss der Anwender – neben Produktwahl, Dosierung und Spritztechnik – optimale Behandlungsbedingungen schaffen. Es geht vor allem um folgende Punkte:

- ▶ Die Pflanzenzellen sollten bei Behandlungen mit Feuchtigkeit gesättigt sein, da Spritzbrühen den Zellen osmotisch Wasser entziehen können. Niemals trockene, gestresste Pflanzenbestände behandeln.
- ▶ Die Windverhältnisse müssen beachtet werden; keine Applikation bei Windgeschwindigkeiten von über 5 m/sec (18 km/h). Die Gefahr von Abdrift ist zu gross.
- ▶ Schädlinge dann behandeln, wenn sie aktiv sind (Thripse).
- ▶ Wirkungsweise des gewählten Produkts berücksichtigen (systemisch oder über Kontakt, präventiv oder kurativ).
- ▶ Die Behandlungen bei wenig oder keinem Tau vornehmen; bei zu nassen Pflanzen läuft die Brühe ab.
- ▶ Nach der Behandlung sollte einige Stunden kein Regen fallen und auch nicht gewässert werden, damit die Spritzbrühe antrocknen bzw. eindringen kann.
- ▶ Spritzbrühen dringen nach längeren Schlechtwetterperioden, bei hoher Luftfeuchtigkeit und im Winterhalbjahr besser ins Blatt ein, da die Kutikula dann durchlässiger ist. Die Wirkung einer Behandlung ist daher meist besser, gleichzeitig erhöht sich aber das Risiko von Schäden.
- ▶ Bei zu heissen, zu trockenen, aber auch bei zu kalten Bedingungen sind schlechtere Wirkungen

oder sogar Schäden an den Kulturpflanzen möglich (optimale Temperaturen siehe Tabelle Seite 118).

## Aufwandmengen

Die optimale Brühemenge hängt ab von der zu behandelnden Fläche, dem verwendeten Applikationsgerät und dem Organismus, der bekämpft werden soll. Sie variiert zwischen 300 und 2000 l/ha bei den üblichen Spritzgeräten. Während moderne Feldspritzen mit weniger als 300 l/ha eine gleichmässige Verteilung und eine ausreichende Wirkung erzielen, ist die Abdeckung bei Anwendungen mit Rückenspritzen unter 1000 l/ha oft nicht ausreichend. Einige Beispiele:

- ▶ Bei niederen, knapp bodendeckenden Kulturen beträgt die Aufwandmenge mit üblichen Spritzgeräten und Düsen für in Knospen und Blüten lebende Schädlinge (Thripse und Weichhautmilben) rund 15 l/100 m<sup>2</sup>. Dadurch ist gewährleistet, dass die Brühe in die Knospen hineinfliesst.
- ▶ Pilzkrankheiten und Schädlinge auf Blättern und Trieben sind auch mit systemischen Produkten allseitig zu benetzen: Aufwandmenge gegen 10 l/100 m<sup>2</sup>. Nur so werden auch blattunterseitig lebende Schädlinge wie Spinnmilben und Weisses Fliegen von der Spritzbrühe getroffen.
- ▶ Bodenherbizide sollten mit 10 l/100 m<sup>2</sup>, Blattherbizide mit 8 l/100 m<sup>2</sup> ausgebracht werden.
- ▶ Nur etwa 5 l/100 m<sup>2</sup> sind nötig für das Applizieren von Wachstumsregulatoren und für die Bekämpfung von Blütenbotrytis. Die Pflanzen werden nur von oben betaut. Bei Kulturen mit mehr Blattmasse – zum Beispiel Obstbäumen oder dichten Schnittblumenkulturen – ist die Aufwandmenge zu erhöhen. Sie kann dann 20 bis 30 l/100 m<sup>2</sup> betragen.

Nebelgeräte arbeiten in geschlossenen Räumen mit wenigen Dezilitern Brühe pro Are Gewächshausfläche. Die stark konzentrierte Brühe wird je nach Gerätetyp mit verschiedenen Techniken im Raum vernebelt. Die ausgebrachte Menge Wirkstoff pro Fläche bleibt jedoch dieselbe wie beim Spritzen oder Sprühen.

## Düsen und Druck

Für Insektizid- und Fungizidapplikationen werden meist Doppelgelenkdüsensträger mit Kegelstrahldüsen und einer Düsenöffnung von 0,8 mm verwendet. Grössere Düsen mit einer Öffnung von 1,0 bis 1,3 mm und Flachstrahldüsen werden für Herbizidanwendungen empfohlen. Verschiedene Spezialdüsen sind im landwirtschaftlichen Bereich im Einsatz.

Feldspritzen sind teilweise mit Gebläsen ausgerüstet, die die Durchdringung des Pflanzenbestands mit dem Sprühnebel unterstützen. Weitere Vorteile dieses Verfahrens sind eine geringere Abdrift und eine höhere maximale Fahrgeschwindigkeit. Spritzpistolen oder Guns sind für Bäume und Sträucher geeignet, weniger für Zierpflanzen in Gewächshäusern.

Mit Rückenspritzen lässt sich ein Druck von rund 6 bis 7 bar erreichen, mit Motorspritzen ein Vielfaches davon. Mehr als 10 bis 12 bar ist jedoch nicht sinnvoll, denn der Verlust von Spritzbrühe durch Abdrift wird grösser. Zudem können die Kulturpflanzen vor allem bei zu grossen Düsen, hohem Druck und wenig Abstand zwischen Düse und Pflanze geschädigt werden.

### Hinweis

Bei sehr langen Schläuchen vermindert sich der Druck vom Manometer an der Pumpe bis zur Düse vorn am Strahlrohr.

## Düsen für unterschiedliche Applikationen

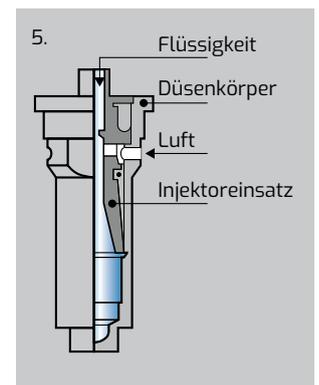
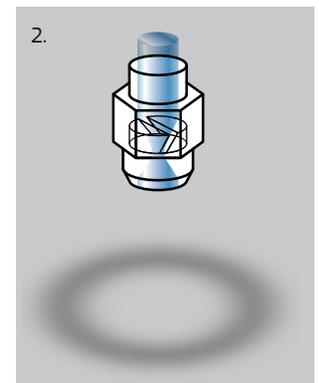
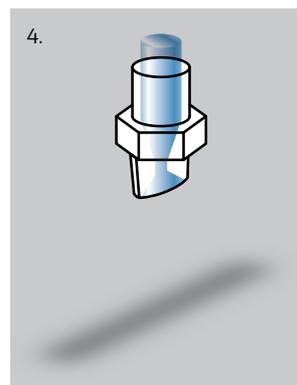
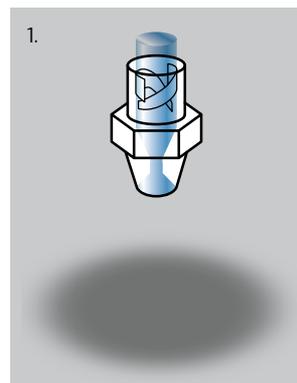
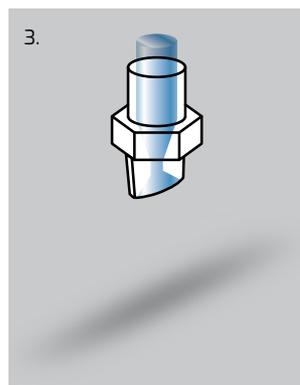
Je nach Anwendungsbereich werden verschiedene Düsentypen angeboten (Abb. 7.1):

- ▶ **Vollkegeldüsen** werden oft im Garten- und im Gemüsebau eingesetzt. Eine Spezialform dieses Typs ist die Regulierdüse. Sie wird für die gezielte Applikation auf Einzelpflanzen verwendet, beispielsweise bei der Windenbekämpfung.
- ▶ **Hohlkegeldüsen** werden in der Landwirtschaft für die Applikation von Fungiziden und Insektiziden verwendet. Wegen der Überlappung der Spritzstrahlen eignen sie sich nicht für Herbizide.
- ▶ **Flachstrahldüsen** oder Fan-Jet-Düsen eignen sich vorwiegend für Herbizidapplikationen mit vertikalen Spritzbalken. Etwas seltener werden sie auch bei Fungizid- und Insektizidanwendungen eingesetzt.
- ▶ **Antidrift-Düsen** oder Air-Injektor-Düsen kommen nur in Motorspritzen, wie sie in der Landwirtschaft verwendet werden, zum Einsatz. Sie benötigen einen gleichbleibenden Durchfluss und Druck. Mittels «Venturi-Prinzip» wird Luft angesaugt und teilweise in die Flüssigkeit eingemischt. Je nach Produkt entstehen dabei abdriftfeste Blasetropfen. Dank dem Druckabbau in der Düsenkammer und dem grossen Düsenauslass wird der Feintropfenanteil praktisch eliminiert. Das ermöglicht eine gleichmässige Belagsstruktur und eine gute Durchdringung des Pflanzenbestands.

### Düsen und ihre Sprühbilder

Abb. 7.1

1. Vollkegeldüse
2. Hohlkegeldüse
3. Flachstrahldüse, konisch auslaufend
4. Flachstrahldüse, scharfe Kontur
5. Air-Injektor-Düse (Sprühbild je nach Typ unterschiedlich)



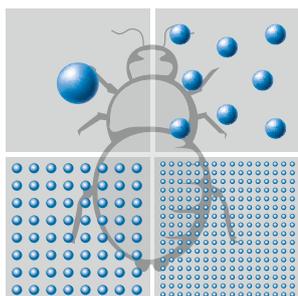
## Tropfengrösse

Die Grösse und die Anzahl der Tropfen hängen von der verwendeten Düsenart, der Düsengrösse und vom Druck ab. Bei steigendem Druck nimmt die Durchflussmenge zu und die Tröpfchen werden feiner.

Viele kleine Tropfen erhöhen die Abdeckung der Pflanze oder des Schadorganismus. Weil der mechanische Schlag fehlt, ist jedoch das Durchdringen oder die Aufnahme geringer. Zudem wird die Abdriftgefahr massiv erhöht. In gewissen Fällen können die Tropfen sogar verdunsten, bevor sie auf die Zielfläche gelangen.

Grosse Tropfen bedecken die Oberflächen weniger gleichmässig. Es besteht auch die Gefahr, dass die Spritzbrühe abtropft. Grosse Tropfen sind jedoch wenig anfällig auf Wind, Abdrift und Verdunstung.

Um ein günstiges Tropfenspektrum zu erzielen, sollten die von den Geräteherstellern abgegebenen Empfehlungen eingehalten werden.



**Tropfengrösse**

Abb. 7.2

1. Oben links: 400 µm
2. Oben rechts: 200 µm
3. Unten links: 100 µm
4. Unten rechts: 50 µm

## Brüheherstellung

Die optimale Wirkung von Pflanzenschutzmitteln hängt auch von der sorgfältigen Herstellung der Spritzbrühen ab. Dabei sind verschiedene Kriterien zu beachten.

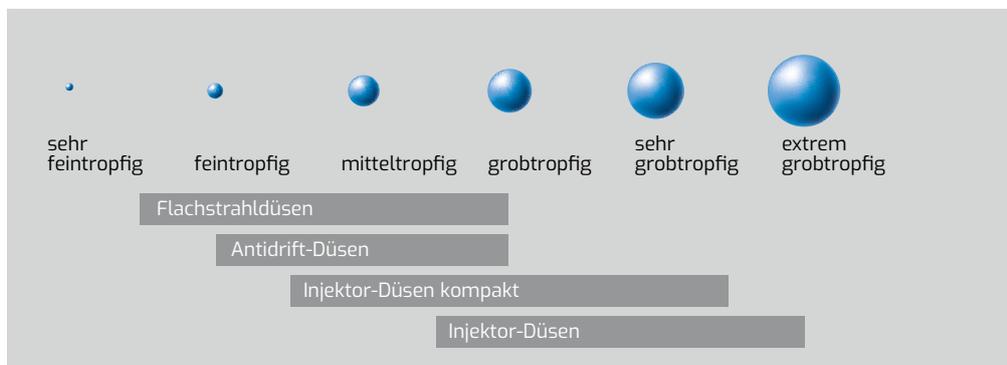
### Zusätze zu Pflanzenschutzmitteln

Formulierungshilfsmittel sind im fertigen Produkt bereits enthalten. Sie haben die Aufgabe, die Homogenität und Stabilität der Formulierungen und Spritzbrühen zu gewährleisten (Lösungsmittel, Emulgatoren, Dispergatoren usw.). Zudem steigern sie die biologische Aktivität der Präparate.

**Spritzbrühezusätze** (Netzmittel, Flüssigdünger oder Öle) werden bei der Vorbereitung der Brühe dazugegeben mit dem Ziel, die Eigenschaften der Produkte zu verbessern: Netzmittel und Öle verringern die Oberflächenspannung der Wassertröpfchen und erhöhen die Retention, also das Zurückhalten der Spritzbrühe auf der Pflanze. Sie bewirken,

- ▶ dass die Kontaktfläche der Tröpfchen mit der Zieloberfläche wie Blätter oder Schadorganismen vergrössert wird.
- ▶ dass sich die Brühe flächig ausbreitet und weniger Flecken entstehen.
- ▶ dass die Brühe weniger abtropft oder weggeblasen wird (zum Beispiel bei Getreide, Raps, Kohlrarten, Lauch, Erbsen, Unkräutern wie Gänsefuss, Vogelknöterich, Gräsern).

Eine gute Benetzung wird auch erreicht, wenn die Blätter möglichst waagrecht stehen, wenn die Blattoberflächen stark behaart oder rau sind oder eine Aderung aufweisen. Ungünstig sind ausgeprägte Wachsschichten. Vor allem bei systemischen Präparaten ist die Kutikula das Haupthindernis für das Eindringen der Wirkstoffe in die Pflanzen. Nach der Applikation verdunsten Wasser und Lösungsmittel aus den Tröpfchen. Zusätze (Netzmittel, Öl) bleiben auf der Oberfläche zurück und behal-



**Abgrenzung der Tropfengrösseklassen und Einordnung der Düsentypen**

Abb. 7.3

ten den Wirkstoff im gelösten Zustand. Die üblichen Netzmittel üben eine Wirkung auf den Kutikulawachs aus und fördern somit das Eindringen der Wirkstoffe. Auch Öle können die Wachsschicht der Kutikula aufweichen und das Eindringen der Wirkstoffe fördern.

#### Praxistipp

Flüssige Produkte enthalten bereits einen ausgewogenen Mix an Zusatzstoffen, die weitere Aktivatoren und Netzmittel in der Regel überflüssig machen.

### Tankmischungen

Werden mehrere Produkte gemischt, spricht man von Tankmischungen. Nicht alle Produkte vertragen sich; unerwünschte Reaktionen im Tank und auf der Pflanze sind möglich:

- ▶ Durch Ausflockungen können Düsen und Schläuche verstopfen.
- ▶ Werden im Spritztank zwei Emulsionen oder Lösungen gemischt, ergibt dies eine Verdoppelung des üblichen Netzmittelzusatzes, was zu einem erhöhten Phytotox-Risiko auf der Kulturpflanze führen kann.

Zusätze und Mischungen sollten deshalb nur bei ausdrücklicher Empfehlung durch die Herstellerfirmen oder aufgrund von eigenen, positiven Erfahrungen angewendet werden.

### Tipps für die Brüheherstellung

Für Tankmischungen sollte folgende Reihenfolge eingehalten werden:

- ▶ Spritzpulver, Granulate (vorher auflösen) oder Suspensionskonzentrate (SC) in den halb mit Wasser gefüllten Tank schütten.
- ▶ Flüssige, wässrige Lösungen (WL) in den zu drei Vierteln mit Wasser gefüllten Tank geben.
- ▶ Zuletzt Emulsionen (EC) beimischen.
- ▶ Dann den Tank mit Wasser ganz auffüllen.

Will man Flüssigdünger zusetzen, sind diese zuerst in den Tank zu geben. Harnstoff, Mangan- und Magnesiumsulfate als Zusätze können problematisch sein. Es besteht die Gefahr von Ausflockungen in der Mischung oder von Verbrennungen auf den Pflanzen.

Um die Stabilität der angemachten Spritzbrühe zu gewährleisten, sollte man stark magnesium- oder kalkhaltiges Wasser meiden. Der biologische Abbau der Spritzbrühe hängt von der Temperatur, vom Kalk-, Magne-

sium- und Nitratgehalt des Brühewassers ab. Die Haltbarkeit von Spritzbrühen kann extrem kurz sein und beträgt teilweise nur einige Stunden. Deshalb sind sie immer sofort zu verwenden.

#### Abbau der Aktivsubstanz bei verschiedenen pH-Werten

Beispiel Cypermethrin:

- ▶ pH-Wert 12: Nach 2 Stunden sind noch 25% der Aktivsubstanz aktiv.
- ▶ pH-Wert 5: Nach 2 Stunden sind noch 50% der Aktivsubstanz aktiv.

### Behandlungszeitpunkt und Wiederholungen

Viele tierische Schädlinge erreichen ihr geschlechtsreifes Alter durch eine teilweise oder vollständige Metamorphose. Das heisst, sie schlüpfen aus Eiern, leben einige Zeit als Larven, verpuppen sich dann und schlüpfen aus der Puppenhülle als geschlechtsreifes Tier (siehe auch Kapitel 4, Seite 49). Schadinsekten können also bis zu vier völlig unterschiedliche Entwicklungsstadien durchleben. Kaum ein Pflanzenschutzmittel erfasst mehrere oder sogar alle dieser Entwicklungsstufen. Deshalb sind oft mehrere Behandlungen notwendig, um einen Schädling wirksam zu dezimieren. Insektizide werden erst bei einem sichtbaren Befall eingesetzt. Eine regelmässige Kontrolle der Kulturen ist daher wichtig.

Die meisten Fungizide sind für den präventiven Einsatz ausgelegt. Sie haben je nach Wirkstoff eine vorbeugende Wirkung von einer bis seltener drei Wochen. Bei einem sichtbaren Befall sind oft ebenfalls mehrere Behandlungen notwendig, um eine Infektion zu stoppen und zu kurieren.

Für die Anwendung der meisten Pflanzenschutzmittel sind Temperaturen von 15 bis 25 °C ideal. Dabei ist die Wirkung der Produkte in der Regel zufriedenstellend und das Risiko von Schäden an den Pflanzen minim.

Temperaturen zwischen 15 und 25 °C sind für alle Pflanzenschutzmittelanwendungen ideal (siehe Tabelle auf der nächsten Seite).

Optimale Temperaturen für Spritzapplikationen		
Produktgruppe	Temperatur	Beispiele
<b>Insektizide</b>		
Pyrethroide, Pyrethrum	5 bis max. 22 °C	Lambda-Cyhalothrin div. Bio-Pyrethrum
Carbamate, Phosphorsäureester und Ketoenole	15 bis 25 °C	Pirimicarb, Chlorpirifos, Movento SC
Neonikotinoide	5 bis 28 °C	Diverse
<b>Fungizide</b>		
Systemische Fungizide	12 bis 25 °C	Aluminiumfosetyl, Fenbuconazol, Propiconazol
Strobilurine	10 bis 25 °C	Azoxystrobin, Kresoxym-methyl, Trifloxystrobin
Kontaktwirksame Fungizide	ab 5 °C	Captan, Kupfer, Mancozeb, Schwefel
<b>Herbizide</b>		
Selektive Blattherbizide	15 bis 25 °C, wüchsig	Windemittel, Gräser- oder Rasenherbizide
Totale Blattherbizide	8 bis 25 °C, vorteilhaft wüchsig	Glyfosate
Bodenherbizide	Kaum temperaturabhängig, jedoch genügende Boden- feuchtigkeit notwendig	Propizamid, Oryzalin
<b>Wachstumsregulatoren</b>		
	15 bis 25 °C, die Pflanzen müssen aktiv sein	

## Schäden vorbeugen

Durch unsachgemäße Verwendung von Pflanzenschutzmitteln können Schäden an den behandelten Pflanzen – und auch an benachbarten Kulturen – verursacht werden. Auch bei der Verwendung von Bioprodukten sind durchaus Schäden an Pflanzen oder der Umwelt möglich. Sie sind ebenfalls mit der nötigen Sorgfalt anzuwenden.

Zu den häufigsten Ursachen für Pflanzenschäden durch Pflanzenschutzapplikationen zählen:

- ▶ Weiche und durchlässige Kutikula nach Schlechtwetterperioden
- ▶ Netzmittel-Überkonzentration in Spritzmittel-Cocktails
- ▶ Behandlung von gestressten Pflanzen (Trockenheit, Hitze, Frost, mangelhafte Ernährung)

- ▶ Hohe Luftfeuchtigkeit während der Applikation, dadurch offene Spaltöffnungen und ein stärkeres Eindringen der Brühe
- ▶ Verletzungen durch Schädlinge wie Spinnmilben oder Thripse, durch die die Spritzbrühe verstärkt in die Pflanzenzellen eindringen kann
- ▶ Rückstände in Behandlungsgeräten und Messbechern
- ▶ Behandlung bei zu hohen oder zu tiefen Temperaturen
- ▶ Ungeeignete oder aggressive Produkte (Gebrauchsanleitung beachten)
- ▶ Zu hoher Druck, zu grobe Düsen und zu geringe Distanz von der Düse zur Pflanze

Oft reicht ein Faktor allein nicht aus, um Schäden auszulösen; bei einer Kombination verschiedener Ursachen sind sie jedoch wahrscheinlicher.

## Behandlungsverfahren und Geräte

Die verschiedenen Behandlungsverfahren und Geräte werden hier kurz vorgestellt. Dabei handelt es sich um die im Gartenbau und in der Produktion am häufigsten benutzten Geräte.

### Spritzen



Rückenspritze mit Handpumpe

Abb. 7.4

Spritzapplikationen waren in der Vergangenheit und sind auch heute die gängigste Ausbringungsmethode für Pflanzenschutzmittel. Besonders geeignet ist das Spritzen für Fungizide und Insektizide zur Behandlung von Zierpflanzen, Obst und Reben, aber auch für Blattdünger und Stärkungsmittel sowie für Herbizide.

Wasser ist ein günstiger, überall verfügbarer Trägerstoff, mit dem sich viele Produkte verdünnen und dosieren lassen. Die Pflanzenschutzmittel werden als Emulsionen, wässrige Lösungen oder Suspensionen in Wasser gemischt und ausgebracht. Wesentlich für eine gute Wirkung ist die lückenlose Verteilung der Tröpfchen auf der Pflanzenoberfläche. Durch Zusatz von Netz- und Haftmitteln lassen sich die Verteilung und die Haftfähigkeit auf den Blättern verbessern. Die Spritzbeläge sind, einmal angetrocknet, recht witterungsbeständig.

Spritzgeräte gibt es vom kleinen Handzerstäuber über Kolbenpumpspritzen und motorgetriebene Rückenspritzgeräte bis zu massigen, fahrbaren Druckspritzen.

**Vorteile:** Mit Spritzen lassen sich praktisch alle im Handel angebotenen Pflanzenschutzmittel ausbringen. Die Pflanzen werden flächig benetzt, es bildet sich ein gleichmässiger Belag.

**Nachteile:** Im Gewächshaus wird durch das Spritzen manchmal zusätzliche, nicht erwünschte Feuchtigkeit in die Kulturen gebracht. Der relativ hohe Wasseranteil ergibt beim Transport ein erhebliches Gewicht.

#### Kleine Handspritzgeräte

Sie enthalten zum Teil bereits gebrauchsfertige Pflanzenbehandlungsmittel und werden meist bei Innenbegrünungen oder von Hobbyanwendern eingesetzt. Die Kunststoffdüsen sind verstellbar von feinem Sprühen bis zum direkten Wasserstrahl.

#### Tragbare Rückenspritzen mit Druckspeicher oder Kolbenpumpen

Diese Spritzen haben einen Inhalt zwischen 5 und 20 Litern und erreichen einen maximalen Betriebsdruck von etwa 6 bar. Die Geräte lassen sich in Gewächshaus und Garten universell und einfach einsetzen. Ihre Flächenleistung ist nicht sehr gross, die Arbeit damit für den Anwender recht ermüdend.

Druckspeichergeräte werden wegen der günstigen Anschaffungskosten vorwiegend im Hobbybereich eingesetzt. Ein Problem bei diesen Spritzen sind die starken Druckschwankungen während des Einsatzes. Bei Spritzen mit handbetriebenen Kolbenpumpen, die während des Spritzvorgangs bedient werden, ist dies etwas weniger ausgeprägt.

#### Motorrückenspritzen

Diese Geräte sind besonders geeignet für kleinere und mittlere Flächen im Gewächshaus und im Freiland. Sie fassen 10 bis 20 Liter und erreichen einen maximalen Betriebsdruck zwischen 5 und 10 bar. Rückenspritzen sind mit Elektro- oder Benzinmotoren erhältlich. Sie weisen im Gegensatz zu handbetriebenen Kolbenpumpspritzen einen gleichmässigen Wasserausstoss auf; die laufende Pumparbeit entfällt.



Akku-Motorrückenspritze

Abb. 7.5

### Fahrbare Motorspritzen

Der Wasserinhalt solcher Spritzen beträgt zwischen 50 und, in landwirtschaftlichen Kulturen, 3000 Litern. Der Arbeitsdruck reicht von 15 bis 60 bar. Kleinere Karrenspritzen werden von Hand gestossen. Diese Geräte sind meist mit Schlauchrollen und Spritzpistolen oder Guns ausgerüstet. Vorteilhaft ist je nach Gerät die grössere Arbeitsleistung. Zudem hängt kein Gewicht am Rücken des Anwenders. Nachteilig sind die höheren Anschaffungskosten und der erhöhte Platzbedarf für die Durchfahrt zwischen den Kulturen.

Für grosse Flächen sind Motorspritzen als selbst fahrbare Aufsattel- oder Anhängerspritzen konzipiert. Senkrechte oder gebogene Spritzbalken finden im Obst- und Weinbau ihren Einsatz, waagrechte im Feldbau und zur flächigen Herbizidbehandlung. Die meisten Geräte verfügen über ein Rührwerk, das die Brühe in einer homogenen Mischung hält.



Fahrbare Motorspritze

Abb. 7.6

### Sprühen

Beim Sprühverfahren wird die Brühe mithilfe von Düsen in feinen Partikeln versprüht und mit einem Luftstrom auf die Pflanzen befördert. Die Luftströmung wird von einem Ventilator erzeugt. So werden beim Sprühen Distanzen bis rund 5 m überwunden. Die gewünschte Brühfördermenge lässt sich stufenlos über die Düsenöffnung regulieren.

Sprühsysteme garantieren eine optimale Feinverteilung der Brühe. Dadurch kann man mit deutlich weniger Wassermenge pro Fläche arbeiten. In der Praxis sind bis maximal fünffache Konzentrationen üblich. Sogenannte Mantra-Geräte versprühen Blattherbizide wie Roundup oder Touch-down S4 unverdünnt und sehr fein mithilfe einer Rotationsdüse.

In unwegsamen Rebbaugeländen in der Schweiz werden Pflanzenschutzmittel mit Helikoptern und mit Drohnen auf die Reben gesprüht.

**Vorteile:** Die Brühe kann höher konzentriert werden. Dank dem tieferen Wasseraufwand kommt es weniger zu Abtropfverlusten und die Brühe trocknet schnell an. Durch die hohe Arbeitsleistung ergibt sich ein wirtschaftlicher Einsatz.

**Nachteile:** Das Arbeiten mit konzentrierten Brühen ist heikler. Fehler wirken sich fataler aus. Die Maschinen arbeiten oft mit relativ hohem Lärmpegel und je nach Gerätetyp besteht ein höheres Abdriftrisiko.

### Rückensprühgeräte

Diese mit Benzinmotoren betriebenen Geräte, auch Microniseur genannt, sind vorwiegend für kleinere Anwendungen an Sträuchern, Einzelbäumen, Obst und Reben geeignet. Sie können – mit kleinen Modifikationen – auch für das Ausbringen von Granulaten verwendet werden.

Tragbare Akku-Sprühgeräte mit Luftunterstützung sind relativ neu auf dem Markt. Ihr grosser Vorteil gegenüber den mit Benzin betriebenen Geräten ist die geringere Lärmbelastung und die fehlenden Abgase. Ihre Anschaffung ist aber relativ kostspielig.



Rückensprühgerät Microniseur, kann auch zum Ausbringen von Granulaten verwendet werden

Abb. 7.7



Tragbares Akku-Sprühgerät

Abb. 7.8

### Fahrbare Sprühgeräte

Für grossflächige Einsätze an hochwachsenden Kulturen, besonders im Obst- und Weinbau, sind vorwiegend Gebläsespritzen im Einsatz. In kleineren Anlagen sind dies Aufsattelspritzen mit etwa 500 bis 700 Litern Tankvolumen, in ausgedehnten Kulturen werden mächtige Gebläsespritzen mit Tankvolumen von 2000 bis 3000 Litern eingesetzt.

### Vernebeln

Das Vernebeln wird mit Heiss- oder Kaltnebelgeräten ausgeführt oder auch mit Spraydosen, die eine Fertigformulierung enthalten. Dieses Verfahren eignet sich besonders für Zierpflanzen unter Glas und für andere geschlossene Räume. Die zu behandelnden Pflanzen sollten genügend gegossen, die Blätter jedoch trocken sein. Die benötigte Wirkstoffmenge pro Fläche – dieselbe wie beim Spritzen oder Sprühen – wird mit sehr wenig Wasser oder Trägerstoff auf die Zielfläche ausgebracht. Abgekürzt werden diese Verfahren oft auch als LV-Applikation (Low Volume) oder ULV-Applikation (Ultra Low Volume) bezeichnet.

**Vorteile:** Vernebeln bringt eine grosse Arbeitseinsparung. Zudem ist das Verfahren recht gut pflanzenverträglich, es bilden sich kaum Spritzflecken und es kommt zu wenig zusätzlichem Feuchtigkeitseintrag in die Kulturen.

**Nachteile:** Die Wirkstoffabsetzung auf die Blattunterseiten ist schlecht, die kurative Wirkung auf viele Erreger eher mässig. Nach der Behandlung dürfen die Räume für mehrere Stunden nicht betreten werden. Taubildung durch Temperaturabsenkungen während und kurz nach der Behandlung kann Schäden an den Pflanzen verursachen.

### Verdampfen

Das Verdampfen geeigneter Pflanzenschutzmittel ist einfach und arbeitssparend. Verdampft wird vorwiegend Schwefel mithilfe eines speziellen Geräts, das sich erhitzt und Schwefeldampf abgibt. Der Dampf setzt sich auf den Pflanzen ab und hemmt die Entwicklung von Echtem Mehltau sowie auch von Spinnmilben. Die Pflanzenbestände müssen trocken sein. Die Geräte sind meist über eine Zeitschaltuhr gesteuert und arbeiten während der Nacht.

**Vorteile:** Es handelt sich um eine günstige, einfache, vorbeugende Applikation.

**Nachteile:** Nicht alle Pflanzenarten sind tolerant gegenüber Verdampfen. Die Gewächshäuser müssen geschlossen bleiben. Schwefeldämpfe sind für den Menschen giftig und können die Korrosion von Gewächshausteilen beschleunigen.

### Räuchern

Räuchern hat im Gartenbau – abgesehen von der Mäusebekämpfung – keine wesentliche Bedeutung mehr. Verwendet werden Räucherwürfel, -stäbchen, -patronen, -tabletten und Kerzen.

**Vorteile:** Fürs Räuchern sind keine Geräte notwendig. Der Zeitaufwand ist gering.

**Nachteile:** Eher teure Produkte

### Giessen

Dieses Verfahren eignet sich besonders für punktuelle Anwendungen gegen Bodenschädlinge, dazu auch für Bodenbehandlungen gegen Wurzelfäulen und Auflaufkrankheiten in der Pflanzenanzucht. Allerdings erfordert es hohe Wassermengen. Für kleine Flächen können Giesskannen eingesetzt werden, für grössere Anwendungen sind Behälter mit Pumpen oder sogar Beimischgeräten nötig. Zusätzliches Wässern vor und nach der Giessbehandlung verbessert die Wirkung der Applikation deutlich.

**Vorteile:** Die Anwendung ist sehr einfach und die Gerätschaften sind oft bereits vorhanden.

**Nachteile:** Der Wasserbedarf ist hoch. Auf ausgedehnten Flächen wird Giessen sehr arbeitsaufwendig.

### Streuen

Streuen ist eine einfache und schnelle Methode, die vorwiegend für granuliert Formulierungen und Pulver Anwendung findet. Gestreut werden häufig Boden-desinfektionsmittel, Insektizide in Granulatform sowie Ködermittel gegen Schnecken, Mäuse und Maulwurfsgrillen (Werren). Kleine Flächen können von Hand, größere mit einem dafür geeigneten Streuwagen oder Streugerät bearbeitet werden.

**Vorteile:** Die Anwendung ist rasch und einfach. Das Pflanzenschutzmittel muss nicht aufbereitet werden.

**Nachteile:** Das Streuen von Hand ist manchmal ungenau und die Dosierung schwierig. Die Wirkung ist häufig nicht selektiv.

### Stäuben

Als Stäubeprodukte werden Insektizide und Fungizide eingesetzt. Sie bestehen aus der Wirksubstanz und einem neutralen Trägermaterial wie Talkumpuder. Stäubemittel haften besser, wenn sie auf taufeuchte Pflanzen ausgebracht werden. Die Ausbringung ist einfach, das Risiko von Pflanzenschäden durch falsches Dosieren ist praktisch ausgeschlossen. Das Stäuben eignet sich besonders für geschlossene Räume wie Überwinterungshallen, Kühlräume und Gewächshäuser. Weitere Einsatzorte sind nässeempfindliche Saaten oder Kleinfelder in der Pflanzenanzucht. Diese Applikationsart wird auch oft im biologischen Anbau zur Ausbringung von Steinmehlen verwendet. Es sind verschiedene Hand-Pulverzerstäubergeräte und motorisierte Gebläse im Einsatz.

**Vorteile:** Stäuben braucht kein Wasser, es kommt also nicht zu zusätzlichem Feuchtigkeitseintrag in die Kulturen. Weil keine Brühe hergestellt wird, sind auch Dosierfehler ausgeschlossen. Die Anwendung ist sehr einfach, die Geräte sind preisgünstig.

**Nachteile:** Der Belag ist wenig regenbeständig, die Verteilung in den Kulturen oft unregelmässig. Blattunterseiten lassen sich nur schwierig behandeln. Das Abwehen von Staub auf Nachbarkulturen ist kaum zu verhindern. Der Anwender muss sich gut schützen, damit er den Staub nicht einatmet.

### Beizen

Unter Beizen versteht man die Behandlung von Saat- und Pflanzgut zur Abtötung von Krankheitserregern. Viele Beizmittel wirken auch noch während der Keim- und Wachstumsphase auf verschiedene Erreger. Bei der Trockenbeize wird Saat- oder Pflanzgut mit pulverförmigen Produkten vermischt oder eingepudert. Überschüssiges Beizmittel wird danach einfach abgeseibt. Die technische Nassbeize wird auch Feucht- oder Schlammbeize genannt und vor allem für Saatgut des landwirtschaftlichen Bedarfs angewendet. Zwiebeln und Knollen werden in Tauchbäder eingelegt. Viele Samen werden bereits gebeizt verkauft. Eine auffällige Färbung kann darauf hinweisen.

**Vorteile:** Beizen ist eine Applikation mit wenig Wirkstoffverlust auf Nicht-Zielflächen. Der Wirkstoff gelangt nur dahin, wo er seine Wirkung entfalten soll.

**Nachteile:** Es handelt sich um eine vorbeugende Behandlung ohne Berücksichtigung der Schadschwelle. Die Wirkstoffe sind oft relativ persistent und schwer abbaubar.



Teleskoplanze für den gezielten Einsatz an hohen Pflanzen

Abb. 7.9

# 8

## Vorsichtsmassnahmen beim Umgang mit Pflanzenschutzmitteln

# 8. Vorsichtsmassnahmen beim Umgang mit Pflanzenschutzmitteln

## Tipps zum Personenschutz

Um Giftunfälle mit Pflanzenschutzmitteln zu verhindern, sollten die Anwender einige Vorsichtsmassnahmen und Verhaltensregeln einhalten:

1. Pflanzenschutzmittel verschlossen lagern. Unbefugte Personen und Kinder dürfen keinen Zugang haben.
2. Pflanzenbehandlungsmittel nur in der Originalverpackung oder in deutlich gekennzeichneten speziellen Verpackungen lagern. Eine Verwechslung mit Lebensmitteln muss ausgeschlossen sein. Solche Irrtümer sind der mit Abstand häufigste Grund für Vergiftungen!
3. Packungsbeilagen sorgfältig durchlesen und die empfohlenen Sicherheitsmassnahmen einhalten. Formulierungen, Konzentrationen oder Vorschriften können auch bei bekannten Produkten ändern. Meist ist dies der Fall bei Packungsänderungen und Namensänderungen – auch wenn es sich nur um geringfügige Zusatzbezeichnungen handelt.
4. Spezielle Vorsichtsmassnahmen beim Abmessen und Abfüllen treffen. Gemäss Untersuchungen findet nur 20% der Kontamination (Kontakt mit dem Pflanzenschutzmittel) des Spritzpersonals während der Spritzarbeit statt, aber 80% beim Abmessen und Anrühren der Brühe.
5. Zweckmässige Schutzkleidung tragen. Handschuhe, Brille oder/und Schutzmaske, festes Schuhwerk oder Stiefel, Overall oder Schutzanzug. Die Spritzkleider sollte man nur zum Spritzen tragen und verschmutzte Kleider umgehend wechseln.
6. Atemmaske konsequent warten und reinigen, Filter regelmässig austauschen. Die Maske ist getrennt von den Pflanzenbehandlungsmitteln zu lagern, da sonst der Filter frei werdende Dämpfe der Produkte aufnimmt.
7. Spritzbehandlungen nicht gegen den Wind durchführen. Einatmen und Hautkontakt mit der Spritzbrühe vermeiden. Abdrift der Spritzbrühe auf Gebrauchsgegenstände, Werkzeug, reifendes Gemüse oder Früchte vermeiden.

8. Während der Arbeit mit Pflanzenschutzmitteln und natürlich während der Behandlung nicht essen, trinken oder rauchen.
9. Nach der Arbeit ungeschützte Körperstellen gründlich waschen oder sogar duschen.
10. Frisch behandelte Gewächshäuser und Kulturen meiden. Sind innert 48 Stunden nach der Behandlung Laub- oder Kulturarbeiten nötig, muss die Haut entsprechend geschützt werden.

### Hinweis

Um die Giftigkeit oder Toxizität von unterschiedlichen Substanzen zu vergleichen, werden Tierversuche unter standardisierten Bedingungen herangezogen. Die häufig angegebene LD<sub>50</sub> zum Beispiel gibt an, welche Stoffmenge, bezogen auf das Körpergewicht, bei der Hälfte einer Versuchstierpopulation zum Tod führt.



Vorbildlicher Personenschutz beim Spritzen

Abb. 8.1

## Verhalten bei Unfällen mit Giften

Menschen können sehr unterschiedlich und zum Teil sehr sensibel auf gewisse Substanzen und Produkte reagieren. Die folgenden Verhaltensregeln helfen mit, unter Umständen lebensgefährliche Situationen zu verhindern oder zu entschärfen.

### 1. Selbstschutz

Bei austretenden Gasen, Dämpfen oder Staub als Erstes die eigene Gesundheit mit einer Maske oder anderen geeigneten Massnahmen schützen. Ein eindringlicher Beleg für die Notwendigkeit dieser Massnahme sind die Tragödien in Silos oder Jauchegruben, bei denen auch oft Helfer ums Leben kamen.

### 2. Unfallstelle sichern

Die wichtigste Regel: Ruhe bewahren. Gezielte Schritte und überlegtes Handeln verhindern weitere Schäden und Verletzte: zum Beispiel Geräte abschalten, Auslaufen von Produkten stoppen.

### 3. Erste Hilfe leisten

Verletzte Personen bringt man möglichst rasch aus der Gefahrenzone. Mit Gift getränkte Kleider sollten entfernt, äusserliche Kontaminationen mit viel Wasser gespült werden. Ausser wenn Laugen und Säuren verschluckt wurden, darf man keine Flüssigkeiten oder anderen Stoffe eingeben. Bewusstlose müssen richtig gelagert und überwacht werden. Personen mit Vergiftungserscheinungen darf man nie allein lassen.

### 4. Alarmieren

Je nach Art und Ausmass des Unfalls sollte man die Feuerwehr, die Ambulanz und weitere Helfer beiziehen (Ambulanz Tel. 144, Feuerwehr Tel. 118).

### 5. Fakten sammeln

Wer ist verunfallt? Wie und wodurch? Welche Menge wurde wann berührt, eingeatmet oder verschluckt? Am besten stellt man die Packungen sicher. Wo hat sich der Unfall ereignet? Ambulanz und Ärzte brauchen diese Daten, um gezielt Hilfe leisten zu können. Bei Fragen kann man das Toxikologische Zentrum zu Rat ziehen (Tel. 145).

## Schutz der Umwelt

Mit dem Einsatz von Pflanzenschutzmitteln übernehmen die Anwender eine grosse Verantwortung gegenüber Mensch, Tier, Pflanzen und Umwelt. Einige Beispiele: Rückstände im Erntegut bergen gesundheitliche Risiken; Versickerung und Abschwemmen von Mitteln beeinträchtigen die Qualität des Oberflächen- und Grundwassers; Verdampfen führt zu Luftbelastungen; die Schädigung von Nützlingen oder anderen Tieren hat schwerwiegende Folgen für das ökologische Gleichgewicht in der Natur.

### Pflanzenschutzmittel integriert einsetzen

Chemischer Pflanzenschutz sollte das letzte Mittel sein, neben und nach Kulturmassnahmen, biologischem, mechanischem und biotechnischem Pflanzenschutz. Wichtig ist eine genaue Diagnose des Schaderregers. Sofern erhältlich, sollte man umweltfreundliche, nützlingsschonende Produkte bevorzugen. Die Schadschwellen sind zu beachten.

### Moderne, betriebssichere Geräte verwenden

Es dürfen nur Pflanzenschutzgeräte verwendet werden, die zuverlässig arbeiten und deren Betriebsicherheit gewährleistet ist. Applikationsgeräte, bei denen möglichst wenig Wirkstoff auf Nicht-Zielflächen gelangt, sind zu bevorzugen.

### Spritzgeräte regelmässig warten

Geräte sollten periodisch überprüft und richtig eingestellt werden. Dazu gehört eine regelmässige Reinigung von Düsen und Filtern sowie ab und zu eine Aussenreinigung. Das Spülwasser wird in die Spritzbrühe eingemischt, auf bewachsene Flächen ausgebracht oder entsorgt. Schadhafte Teile oder Maschinen müssen frühzeitig ersetzt werden.

Typische Symptome von Vergiftungen	
▶ Schwindel, Schwächeanfälle	▶ Atemlähmung
▶ Kopfschmerzen, Sehstörungen	▶ Bewusstlosigkeit
▶ Erbrechen und Krämpfe	▶ Hautreizungen, Ausschläge und Ekzeme
▶ Blasse Haut	▶ Verätzungen und Verbrennungen

### Restmengen vermeiden

Es empfiehlt sich, Produkte eher zu knapp anzumischen. Dann lassen sich Restmengen einfacher berechnen. Eine Entsorgung von Brüheresten ist wegen der mangelnden Lager- und Transportmöglichkeiten sehr problematisch.

### Brühereste auf Kulturen entsorgen

Fällt trotz aller Vorsichtsmassnahmen überschüssige Spritzbrühe an, muss diese wenn immer möglich auf der behandelten Kultur ausgebracht werden. Ist dies nicht möglich, sind alternative Kulturflächen die nächste Wahl. Ist auch dies nicht möglich, kommen sogenannte Notflächen zum Zug. Auf diesen werden Pflanzenschutzmittel vorerst festgehalten und dann durch UV-Strahlung, chemische Abbauprozesse und Mikroorganismen abgebaut.

Brühereste dürfen nicht mehr, wie früher empfohlen, auf Kieswegen oder Plätzen entsorgt werden. Sie werden dort schlecht abgebaut und unter Umständen in Gewässer abgeschwemmt. Durch Pflanzenschutzmittel verunreinigtes Wasser oder unbrauchbare Spritzbrühe, die nicht ausgebracht werden kann, muss man spezialisierten Entsorgungsfirmen übergeben.

#### Was sind Notflächen?

Notflächen sind bewachsene, biologisch aktive Grünflächen, beispielsweise Gründüngung oder Gras. Blühende Pflanzen sind nicht erwünscht, da sie Insekten anlocken. Als Standorte eignen sich ungenutzte Flächen, zum Beispiel Randbereiche von Pflanzenkulturen und Streifen zwischen den Gewächshäusern. Bereiche, auf denen Herbizide ausgebracht wurden, sind neu anzusäen. Die Fläche muss regelmässig gemäht werden, das Schnittgut wird gemulcht, also liegen gelassen.

### Konsequent Aufzeichnungen machen

Um die Nachverfolgbarkeit zu gewährleisten, sollten die Namen der verwendeten Produkte, die Mengen, die behandelten Pflanzen, das Ausbringungsdatum, die Witterungsbedingungen und der Name des Spritzenführers aufgezeichnet werden. Diese Unterlagen können bei Unfällen, Kontrollen und späteren Pflanzenschutzbehandlungen hilfreich sein.

### Bedarfsgerecht einkaufen

Einkaufen sollte man nur so viel, wie während einer laufenden Saison verbraucht werden kann. Hamsterkäufe von auslaufenden Produkten sind problematisch. Ändernde Vorschriften, Anwendungsverbote, Personalwechsel oder fehlende Kenntnisse und Empfehlungen können dazu führen, dass diese Produkte später nicht mehr verwendet werden dürfen.

### Fachgerechte Lagerung von Pflanzenschutzmitteln

Über die korrekte Lagerung gibt es einerseits gesetzliche Bestimmungen (Chemikalienverordnung), andererseits Vorschriften von privaten Organisationen wie SwissGAP. Das LANAT (Amt für Landwirtschaft & Natur des Kantons Bern) hat ein gut verständliches Merkblatt herausgegeben, das hier im Wortlauf zitiert wird.

«Die Aufbewahrung (oder Lagerung) von Pflanzenschutzmitteln wird in der Gesetzgebung von der Chemikalienverordnung (SR 813.11) geregelt, vor allem in den Artikeln 72 und 77. In der Gesetzgebung sind die Anforderungen für eine korrekte Lagerung von Pflanzenschutzmitteln jedoch nicht bis ins Detail geregelt. Die Lagerung hat so zu erfolgen, dass Menschen, Tiere und Umwelt nicht gefährdet werden. Das bedeutet auch, dass Personen, die Pflanzenschutzmittel aufbewahren, eine grössere Selbstverantwortung übernehmen müssen. Die Interpretation und Umsetzung der gesetzlichen Bestimmungen sind deshalb nicht immer einfach. Trotz dieser Schwierigkeiten, lassen sich aus der Gesetzgebung folgende Regeln für die Lagerung ableiten:

- ▶ In abgeschlossenem Raum.
- ▶ Gift-Lagerräume von den übrigen Arbeitsräumen trennen.
- ▶ Das Lager muss so angelegt werden, dass bei Störungen (Beschädigung eines Fasses, defekte Wasserleitung, Feuer) keine Mittel in die Umwelt gelangen können; dies wird erreicht durch eine Auffangwanne oder eine erhöhte Türschwelle.
- ▶ Die Lager müssen in belüfteten, kühlen und trockenen Räumen angelegt werden, mit Böden, die man nass reinigen kann. Schmutzwasser muss korrekt entsorgt werden.
- ▶ Gifte getrennt von Lebensmitteln, Futtermitteln und Heilmitteln aufbewahren.
- ▶ Zweckmässig ist im Lager eine strikte Trennung von Herbiziden und anderen Mitteln, um folgenschwere Verwechslungen zu vermeiden.
- ▶ Nur berechtigten Personen den Zutritt zum Giftlager ermöglichen.

- ▶ Gifte immer in der Originalverpackung aufbewahren. Umpacken ist nicht grundsätzlich verboten, die Behälter müssen aber korrekt gekennzeichnet werden (Gefahrensymbole, Inhalt).
- ▶ Ein Merkblatt für Erste Hilfe mit den Telefonnummern des Arztes und des Toxikologischen Informationszentrums Zürich, Telefon 145, muss gut sichtbar sein.»

Ferner müssen auch die Bestimmungen der Sicherheitsdatenblätter des Herstellers zum jeweiligen Produkt berücksichtigt werden.

### Umweltgerechte Entsorgung

Entscheidend für den schonenden Umgang mit der Umwelt sind die auf der gegenüberliegenden Seite genannten Punkte: bedarfsgerechtes Einkaufen, optimale Lagerung sowie eher knappe Mengen beim Anmischen von Brühen. Sollten trotzdem einmal nicht mehr verwendbare Brühen oder zu lang gelagerte Pflanzenschutzmittel anfallen, können diese über den Handel, spezielle Entsorgungsfirmen oder Giftsammelstellen der Vernichtung zugeführt werden. Der einfachste Weg führt über dieselben Stellen, bei denen die Produkte gekauft wurden. Pflanzenschutzmittel dürfen auf keinen Fall verbrannt oder in Abläufe oder Jauchegruben geschüttet werden. Zu beachten ist, dass die Hersteller in der Regel eine Haltbarkeit von drei Jahren garantieren. Deshalb sollte das Kaufdatum immer auf jedes Gebinde geschrieben werden. Die Packungen werden sofort nach dem Entleeren gründlich ausgespült, das Spülwasser wird mit in die Spritzbrühe gemischt. Die leeren, gereinigten Packungen kann man dann der normalen Kehrichtabfuhr mitgeben. Stark verschmutzte Gebinde hingegen gelten als Sonderabfall und müssen über den Handel, Entsorgungsfirmen oder Giftsammelstellen entsorgt werden.

#### **Achtung**

Pflanzenschutzmittel gelten als Sondermüll und sind mit der entsprechenden Sorgfalt zu behandeln.



# Anhang

## Fachbegriffe im Pflanzenschutz

### A

**Abbau, Abbaubarkeit:** Bezeichnet die Eigenschaft eines Stoffes, durch biochemische, chemische und physikalische Reaktionen umgewandelt werden zu können. Endprodukte der Reaktionen sind entweder andere Verbindungen (Metaboliten) oder im Fall der vollständigen Mineralisierung zum Beispiel CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, NO<sub>3</sub>.

**Abbaukurve:** Verlauf der Abnahme von Rückständen auf Pflanzen oder im Boden, auf einer Zeitachse aufgetragen.

**Abdrift:** Unerwünschtes Verwehen von Spritzbrühen oder Stäubeprodukten durch den Wind.

**Abiotisch:** Unbelebte Faktoren, Schadursachen wie Frost, Sonnenbrand, Nährstoffmangel, Trockenheit.

**Absorption:** Aufnahme von Flüssigkeiten, Dämpfen, Gasen durch Flüssigkeiten oder feste Körper (Pflanzen, Boden).

**ADI:** Acceptable daily intake = Dosis eines Stoffes, die bei der täglichen Aufnahme durch einen Menschen während seines ganzen Lebens keine offensichtlichen Gefahren birgt.

**Adsorption:** Ablagerung von Gasen oder gelösten Stoffen an der Oberfläche, zum Beispiel von Kontaktgiften an Pflanzenteilen.

**Adult:** Erwachsen, geschlechtsreif.

**Aerosol:** Schwebeteilchen aus fein verteilter Flüssigkeit in der Luft (Nebel).

**Akarizide:** Pflanzenbehandlungsmittel, die auf Milben wirken.

**Aktivsubstanz:** Aktiver Wirkstoff synthetischer oder natürlicher Herkunft, der die gewünschte Wirkung auslöst.

**Akute Toxizität, akute Wirkung:** Wirkung einer Substanz nach einmaliger Aufnahme.

**Allergie:** Überempfindlichkeit auf eine Substanz, die meist Ausschläge, Hautirritationen, Atem- oder andere Beschwerden verursacht.

**Antagonismus:** Gegenwirkung – die Wirkung einer Substanz wird durch eine andere Substanz reduziert oder aufgehoben.

**Antidot:** Gegenmittel zur Behandlung von akuten Vergiftungen.

**Aphizide:** Pflanzenbehandlungsmittel, die auf Blattläuse wirken.

**Applikation:** Ausbringen eines Präparats, also stäuben, spritzen, giessen, räuchern, streuen usw.

**Arborizide:** Pflanzenbehandlungsmittel, die auf verholzte Pflanzen wirken.

**Ascosporen:** Geschlechtlich entstandene Wintersporen von Schlauchpilzen.

**Atemgifte:** Substanzen, die über die Atemwege in den Körper gelangen und dort wirken.

**Aufwandmenge:** Menge eines Pflanzenschutzmittels zur Behandlung einer bestimmten Flächeneinheit.

### B

**Bakterien:** Meist einzellige, sehr kleine Mikroorganismen (unter 1/1000 mm).

**Bakteriosen:** Krankheiten, die durch Bakterien ausgelöst werden.

**Bakterizide:** Substanzen, die auf Bakterien wirken.

**Basidiosporen:** Geschlechtlich entstandene Wintersporen von Basidienpilzen.

**Befallszone:** Zone, in der die Verbreitung eines besonders gefährlichen Schadorganismus so weit fortgeschritten ist, dass auf eine Tilgungsstrategie verzichtet wird.

**Begleitkräuter, Beikräuter:** Auf gewissen Flächen unerwünschte Pflanzen, auch Unkräuter genannt.

**Beizmittel:** Pflanzenbehandlungsmittel zum Schutz von Samen, Knollen oder Zwiebeln.

**Benetzungsfähigkeit:** Fähigkeit einer Flüssigkeit, auf einer Oberfläche einen zusammenhängenden Film zu bilden.

**Biologisch:** Naturgemäss, natürlich, Verzicht auf den Einsatz chemisch-synthetischer Pflanzenschutz- und Düngemittel.

**Biologisch abbaubar:** Stoffe, die durch Mikroorganismen oder andere Lebewesen restlos abgebaut oder zersetzt werden können.

**Biotechnischer Pflanzenschutz:** Einflussnahme auf das Verhalten von Parasiten mit optischen oder akustischen Reizen; weiter auch der Einsatz verschiedener Substanzen, die den Lebenszyklus von Schadinsekten empfindlich stören, ohne sie direkt abzutöten.

**Biotisch:** Lebewesen betreffend, biotische Faktoren = von Lebewesen stammende Einflüsse oder Schäden.

**Biotop:** Unbelebter Raum eines Ökosystems; Lebensraum für Tiere und Pflanzen mit mehr oder weniger einheitlichen Bedingungen bezüglich Boden, Relief, Klima usw., zum Beispiel Geröllhalde, See, Hochmoor.

**Biozide:** Natürliche oder synthetische Substanzen, die Organismen abtöten können.

**Biozönose:** Belebter Teil eines Ökosystems, Gesamtheit der Tiere und Pflanzen, die in vielfältigen Wechselwirkungen untereinander in einem einheitlichen Lebensraum leben.

**Blattdünger:** Flüssige, leicht lösliche Düngemittel, die über die Pflanzen gesprüht werden und durch die Oberfläche (Epidermis) direkt ins Blatt gelangen.

**Blattherbizide:** Unkrautbekämpfungsmittel, die durch die Blätter oder Stängel aufgenommen werden.

**Bodenherbizide:** Unkrautbekämpfungsmittel, die auf den Boden ausgebracht werden und dort auf keimende Unkräuter oder über die Aufnahme durch die Wurzeln wirken.

## C

**Chlorosen:** Verfärbungen, meist Vergilbungen, von Pflanzenteilen, in der Regel verursacht durch abiotische Faktoren wie Licht- oder Nährstoffmangel.

**Chronische Toxizität, chronische Wirkung:** Wirkung eines Wirkstoffs bei wiederholter Aufnahme über längere Zeit.

## D

**Desinfektion:** Abtöten von Mikroorganismen (Krankheitserregern), meist durch Dämpfe oder chemische Behandlung.

**Diapause:** Ruhephase im Entwicklungszyklus von Insekten.

## E

**Einzelherd:** Einzelne befallene Pflanzen ausserhalb der Befallszone.

**Emulgator:** Hilfsstoff, der die Mischung oder feinste Verteilung einer wasserunlöslichen Flüssigkeit in Wasser ermöglicht.

**Emulsion:** Feinste Verteilung zweier verschiedener, normalerweise nicht mischbarer Flüssigkeiten ohne sichtbare Entmischung (Fett in der Milch).

**Endotherapeutische Produkte:** Systemisch wirkende Produkte.

**Entomologie:** Insektenkunde.

## F

**Fadenwürmer:** Nematoden, Älchen.

**Feldversuch:** Versuch unter Praxisbedingungen auf kleinen Parzellen, um zu prüfen, ob ein bestimmtes Präparat unter den gegebenen Bedingungen wirksam ist.

**Fensterfrass:** Von Raupen verursachtes Schadbild an Blättern, bei dem nur noch die Kutikula an der Oberfläche (Epidermis) erhalten bleibt.

**Frassgift:** Produkt, das durch den Parasiten gefressen wird und über die Verdauungsorgane wirkt.

**Fruchtwechsel:** Gezielter Wechsel im Anbau verschiedener Pflanzenarten auf demselben Grundstück.

**Fundatrix:** Im Frühjahr aus einem Ei schlüpfende Stammutter bei Blattläusen.

**Fungistatisch:** Das Wachstum der Pilze hemmend.

**Fungizide:** Produkte, die auf Pilze wirken.

## G

**GAP:** Abkürzung für Good Agricultural Practice, also gute Agrarpraxis. Für die Schweiz wurden aus den GLOBALGAP- und EurepGAP-Standards die für die Schweiz geltenden SwissGAP-Standards erarbeitet. Diese gibt es bis heute für Zierpflanzen, Früchte, Gemüse sowie Kartoffeln. Der Anforderungskatalog betrifft vorwiegend die Aufzeichnungs- und Kontrollpflicht, die Rückverfolgbarkeit, den Pflanzenschutz sowie Hygienevorschriften.

**Gasphase:** Gasförmiger Zustand von bestimmten Substanzen oder Produkten, die dann im Boden oder an der Pflanze auf verschiedene Erreger wirken.

**Giftklassen:** Einteilung der Pflanzenschutzmittel, Dünger und anderer Produkte nach ihrer Gesamtgefährlichkeit in sechs Klassen gemäss Giftgesetzgebung von 1970, in der Schweiz bis 2005 gültig.

**Granulat:** Ein Produkt in fester, körniger Form, das gestreut wird; meist an Mineralien gebundene chemische Stoffe. Dispergierbare Granulate sind pulverförmige Produkte, die zur besseren Handhabung grobkörnig formuliert sind und in Wasser aufgelöst werden können.

## H

**Haftmittel:** Hilfsstoffe zur Verbesserung der Haftfähigkeit von Spritzbrühen an Oberflächen.

**Haustorien:** Knopfähnliche Saugwarzen, Verbindung zwischen Parasit und Wirt, zum Beispiel zwischen Pilz und Pflanze.

**Herbizide:** Pflanzenbehandlungsmittel, die auf Pflanzen wirken.

**Honigtau:** Zuckerhaltige, klebrige Ausscheidung verschiedener Insektenarten, auf der sich Russtaupilze ansiedeln können, was zu einem schwarzen Belag führt.

**Hyphen:** Fadenartige Gebilde eines Pilzes in einem Pflanzenkörper.

## I

**Imago, Imagines:** Vollständig entwickeltes Insekt, zum Beispiel Maikäfer, Schmetterling.

**Immunität:** Siehe Resistenz.

**Inkubationszeit:** Zeitspanne, die der Krankheitserreger vom Befall (Infektion) bis zum Erscheinen (Ausbruch) der ersten Krankheitssymptome benötigt.

**Insektizide:** Pflanzenbehandlungsmittel, die auf Insekten wirken.

**Integrierter Pflanzenschutz:** Eine Kombination von Verfahren, bei der die biologischen, biotechnischen, pflanzenzüchterischen sowie anbau- und kulturtechnischen Massnahmen den Vorrang haben und die Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel auf das notwendige Minimum beschränkt wird.

**In-vitro-Vermehrung:** Übergeordnete Bezeichnung für alle Vermehrungsarten im Reagenzglas unter sterilsten Bedingungen, die die Erzeugung von gesunden Mutterpflanzen zum Ziel haben.

## J

**Jungfernzeugung:** Eingeschlechtliche Fortpflanzung, bei der die Nachkommen aus unbefruchteten Eiern entstehen.

**Juvenilhormone:** Entwicklungshemmende Hormone, mit Wirkung zum Beispiel auf die Metamorphose der Insekten.

## K

**Kanzerogen, auch karzinogen oder carzinogen:** Substanzen, die bei Menschen oder Tieren krebsfördernd wirken können.

**Karenzfrist:** Wartefrist zwischen der letzten Behandlung mit einem Pflanzenschutzmittel und der Ernte (Konsum) von Gemüse, Obst und Beeren.

**Ködermittel:** Mittel, die neben ihrer Wirksubstanz einen vom zu bekämpfenden Schädling bevorzugten Lockstoff enthalten.

**Kompatibilität:** Chemisch-physikalische Verträglichkeit verschiedener Pflanzenschutzmittel untereinander bei kombinierten Behandlungen (Tankmischungen).

**Konidien:** Im Sommer ungeschlechtlich gebildete Verbreitungsorgane höherer Pilze.

**Kontaktgifte:** Berührungsgifte; der Wirkstoff dringt durch die Haut in den Körper ein.

**Kontaktherbizide:** Die Produkte wirken nur dort, wo sie mit der Pflanze in Kontakt kommen; sie werden von der Pflanze nicht aufgenommen.

**Kontamination:** Vermischung, Verschmelzung oder Durchdringung, Verunreinigung mit einem Mikroorganismus oder einem Fremdstoff.

**Kressetest:** Nach einer chemischen Bodendesinfektion wird Kressesamen ausgesät, um auffällige Rückstände festzustellen.

**Kumulation:** Anreicherung eines Wirkstoffs in einem Organismus oder im Boden nach mehreren Behandlungen.

**Kumulative Wirkung:** Erhöhte Wirkung eines Wirkstoffs nach wiederholter Aufnahme.

**Kurative Wirkung:** Heilende oder therapeutische Wirkung.

## L

**Labortests:** Erste wissenschaftliche und technische Untersuchungen eines neuen Präparats, seiner Wirkungen und eventueller Spätfolgen, die später mit Feldversuchen ergänzt werden.

**Larve:** Erstes bewegliches Stadium nach dem Schlüpfen aus dem Ei im Lebenszyklus von Insekten mit vollständiger Metamorphose, zum Beispiel Raupen von Schmetterlingen.

**Larvizide:** Produkte, die Insekten im Larvenstadium abtöten, zum Beispiel Raupen, Maden, Drahtwürmer, Engerlinge.

**Latenter Befall:** Die Pflanze ist von Schaderregern befallen, ohne ein ersichtliches Schadbild zu zeigen.

**LD<sub>50</sub> (DL50):** Letale oder tödliche Dosis. Die Menge einer giftigen Substanz, die innerhalb von 24 Stunden 50% der Versuchstiere abzutöten vermag.

**Lepidopteren:** Schmetterlinge.

**Lockfallen:** Einrichtungen, die mittels chemischer Lockstoffe oder Farben Schädlinge anlocken und einfangen.

**Lückenindikation:** Fehlende oder nicht bewilligte (Lücken) Pflanzenschutzmittel für gewisse Anwendungsgebiete (Indikationen).

**LV-Technik (LV = Low Volume):** Versprühen eines Präparats in hoher Konzentration mit wenig Wasser. Durch hohen Druck wird eine feine Tröpfchenbildung erzielt.

## M

**Markttoleranz (Höchstmenge, Höchstkonzentration):** Festgelegte, maximal erlaubte Rückstandsmenge eines Fremdstoffs in oder auf einem Lebensmittel; meist in mg/kg (= ppm) ausgedrückt.

**Mehrfachrückstände:** Wird bei einem Lebensmittel gleichzeitig mehr als ein Pflanzenschutzmittelwirkstoff nachgewiesen, spricht man von Mehrfachrückständen.

**Metabolismus:** Biologische Umwandlung in der Pflanze, im Tier, im Boden, im Wasser und in der Luft.

**Metaboliten:** Umwandlungsprodukte einer Ausgangssubstanz.

**Metamorphose:** Die Verwandlung vom Ei über die Larve und Puppe bis zum geschlechtsreifen Tier bei Insekten und Milben. Bei der vollständigen Metamorphose haben die Larven eine vollständig andere Lebensweise als die adulten Tiere. Bei der unvollständigen Metamorphose ähneln die Larven oder Nymphen dem Adulttier und das Puppenstadium fehlt.

**Milben:** Zu den Spinnentieren gehörende Gliederfüßler; darunter gibt es Tier- und Pflanzenschädlinge, aber auch nützliche Raubmilben. Die erwachsenen Tiere haben stets vier Beinpaare.

**Molluskizide:** Pflanzenbehandlungsmittel, die auf Weichtiere, also Schnecken, wirken.

**Monitoring:** Befallskontrolle von Schädlingspopulationen oder eines Krankheitsbefalls mittels geeigneter Hilfsmittel wie Lockfallen, Farbtafeln usw.

**Monokultur:** Alleiniger Anbau ein und derselben Pflanzenart auf einer gewissen Fläche.

**Mykologie:** Pilzkunde.

**Mykoplasmen:** Sehr kleine, selbstständig vermehrungsfähige, zellwandlose Bakterien, die verschiedene Pflanzenkrankheiten verursachen.

**Mykose:** Pilzkrankheit.

**Myzel:** Pilzgeflecht, das sich in Pflanzen oder im Boden ausbreitet und den Pilzkörper bildet.

## N

**Nebenwirkung:** Erwünschte oder unerwünschte Wirkung eines Wirkstoffs zusätzlich zur Hauptwirkung.

**Nekrose:** Abgestorbenes Gewebe an einer Pflanze.

**Nematizide:** Pflanzenbehandlungsmittel, die auf Nematoden wirken.

**Nematoden:** Fadenwürmer, auch Älchen genannt, die an den Wurzeln saugen oder innerhalb der Pflanze leben und sie schädigen.

**Netzmittel:** Hilfsstoffe, die die Benetzungsfähigkeit von Spritzbrühen verbessern.

**Nymphenstadium:** Larvenstadium von Insekten oder Spinnen mit vollständiger oder unvollständiger Verwandlung, wobei das Tier bereits Flügelanlagen besitzt.

## O

**Ökologie:** Lehre von den Beziehungen der Lebewesen zur Umwelt.

**Ökosystem:** Gesamtheit von Biotop und Biozönose; einheitlicher Lebensraum mit all seinen pflanzlichen, tierischen und mikrobiellen Bewohnern, die in vielfältigen Wechselbeziehungen zueinander stehen.

**Oosporen:** Überwinterungssporen von Falschem Mehltau

**Oral:** Aufnahme durch den Mund.

**Ovipar:** Eierlegend.

**Ovizide:** Pflanzenbehandlungsmittel, die auf Eistadien wirken.

## P

**Parasit:** Schmarotzer, der auf Kosten von Pflanzen oder Tieren lebt (Bakterien, Pilze, Schädlinge und auch Pflanzen).

**Parasitoide:** Parasitisch lebende Organismen, die den Wirtsorganismus während ihrer Entwicklung abtöten (zum Beispiel Schlupfwespen).

**Parthenogenese:** Jungfernzeugung. Bei gewissen Schädlingen wie Blattläusen, Schild- und Wollläusen, Sägewespen und dem gefurchten Dickmaulrüssler können die Weibchen über längere Zeit Jungtiere gebären, ohne sich vorher mit Männchen zu paaren.

**Pathogen:** Krankheitserreger (Pilze, Bakterien oder Viren).

**Persistenz:** Beständigkeit eines Pflanzenschutzmittels.

**Pestizid:** Aus dem Englischen übernommener Ausdruck für Schädlingsbekämpfungsmittel (englisch pest = Schädling), fälschlicherweise oft auch für Pflanzenbehandlungsmittel allgemein verwendet.

**Pflanzenpass:** Dokument für den Handel innerhalb der Schweiz oder mit der EU mit Waren (Pflanzen), die potenzielle Träger besonders gefährlicher Schadorganismen sind. Das Dokument weist die Erfüllung der Pflanzenschutzvorschriften nach.

**Pflanzenschutzzeugnis:** Amtliches Dokument für den Handel mit anderen Staaten mit Waren, die potenzielle Träger besonders gefährlicher Schadorganismen sind. Das Dokument weist die Erfüllung der Pflanzenschutzvorschriften nach.

**Pheromone:** Duftstoffe, die von Insekten zur gegenseitigen «Verständigung» gebildet werden. Synthetische Sexualpheromone werden zur Anlockung oder Verwirrung von Insekten eingesetzt.

**pH-Wert:** potential Hydrogenii = Gehalt an Wasserstoffionen oder vereinfacht gesagt: Säuregrad des Bodens. Die Gradzahl 4 steht für einen sehr sauren Wert, die Zahl 7 für einen neutralen und Zahlen über 7 für alkalische Werte (kalkhaltige Böden).

**Physiologische Störung:** Negative Stoffwechsellerscheinung, hervorgegangen aus nicht parasitären Ursachen wie Kulturfehlern oder Umweltbedingungen.

**Phytohormone:** Pflanzliche Wachstoffsstoffe, also natürliche oder synthetische Pflanzenhormone.

**Phytopathologie:** Lehre von den Pflanzenkrankheiten.

**Phytotoxizität:** Giftwirkung oder Schädigungspotenzial einer Substanz auf Pflanzen.

**Pilze:** Artenreiche Gruppe von chlorophylllosen Pflanzenarten, die als Saprophyten auf totem organischem Material leben oder als parasitäre Pilze lebende Pflanzen befallen.

**Population:** Gesamtheit aller Organismen einer bestimmten Art in einem bestimmten Gebiet.

**Potenzierung (Synergismus):** Steigerung der Wirksamkeit einer Substanz in Kombination mit anderen Stoffen.

**ppm (parts per million):** Teile pro Million, zum Beispiel 1 g auf 1000 kg oder 1 cm<sup>3</sup> auf 1 m<sup>3</sup>.

**Primärinfektion:** Erstinfektion.

**Prophylaktische Wirkung:** Präventive oder vorbeugende Wirkung.

**Puppe:** Ruhestadium von Insekten in der Metamorphose vor dem Ausschlüpfen als Vollinsekt.

## Q

**Quarantäne:** Absonderung von krankheitsverdächtigen Lebewesen während einer bestimmten Zeit.

## R

**Repellents:** Mittel, die Schädlinge abschrecken, sich auf der behandelten Fläche niederzulassen oder von einer behandelten Pflanze zu fressen.

**Residualherbizide:** Der Wirkstoff wirkt über längere Zeit im Boden auf Keimlinge oder durch die Aufnahme von Pflanzenwurzeln.

**Resistenz:** Unempfindlichkeit einer Population oder eines Organismus (Pflanze, Insekt) gegenüber einem Einfluss, zum Beispiel einem bioaktiven Wirkstoff oder einem Krankheitserreger.

**Rodentizide:** Pflanzenbehandlungsmittel, die auf Nagetiere (Mäuse und Ratten) wirken.

## S

**Saatbeizmittel:** Siehe Beizmittel.

**Saprophytisch:** Organismen, die von abgestorbenen Pflanzenteilchen leben.

**Schadschwelle:** Grad des Befalls eines Pflanzenbestands durch Krankheiten oder Schädlinge, ab dem die Kosten für die Pflanzenschutzbehandlungen tiefer sind als der Wert des möglichen Schadens.

**Schutzobjekte:** Wertvolle Bestände an Wirtspflanzen von besonders gefährlichen Schadorganismen einschliesslich deren Umgebung in einem festgelegten Umkreis, die geschützt werden, obwohl sie in einer Befallszone stehen.

**Schwächeparasiten:** Parasitierende Organismen, die bevorzugt geschwächte andere Organismen befallen.

**Screening:** Biologische Prüfung eines neuen Wirkstoffs durch eine Chemiefirma, vom Labor bis zum verkaufsfähigen Pflanzenschutzmittel (Wirksamkeit, Abbaubarkeit, Nebenwirkungen usw.).

**Selektion:** Auslese von Mitgliedern einer oder verschiedener Arten durch bestimmte Umweltbedingungen oder Pflanzenschutzmassnahmen.

**Selektive Wirkung:** Wirkung nur gegen eine bestimmte Gruppe oder eine einzige Art von Schadorganismen, zum Beispiel nur gegen Blattläuse.

**Sekundär:** An zweiter Stelle, untergeordnet.

**Sporen:** Winzig kleine Verbreitungsorgane von Pilzen und Bakterien.

**Sterilisation:** Keimfrei-Machen von Erden, Geräten, Töpfen usw. durch Dampf oder chemische Produkte.

**Stimulatoren:** Stoffe, die das Pflanzenwachstum oder das Verhalten von Lebewesen beeinflussen.

**Streptomycin:** Erstes Antibiotikum gegen Tuberkulose. Heute wird es in der Medizin kaum mehr verwendet, wird aber unter strengen Einschränkungen zur Feuerbrandbekämpfung in Obstanlagen eingesetzt.

**Subletale Dosis:** Nicht tödliche Menge eines Gifts.

**Suspension:** Gleichmässige Verteilung eines unlöslichen festen Stoffes in einer Flüssigkeit, zum Beispiel von Spritzpulver in Wasser.

**Symbiose:** Zusammenleben von Lebewesen verschiedener Art zum gegenseitigen Nutzen.

**Synergismus:** Kombinierte Wirkung zweier Stoffe, die höher ausfällt als die Addition der beiden Einzelwirkungen.

**Synthetisch:** In Fabriken mittels chemischer Reaktionen hergestellt.

**Systemische Wirkung:** Die Wirkstoffe dringen ins Gewebe und in die Leitungsbahnen der Pflanzen und wirken von innen heraus.

## T

**Therapeutisch:** Heilend.

**Tiefenwirkung:** Bis zu einer gewissen Tiefe ins Pflanzengewebe eindringend und wirkend.

**Tilgungszone:** Zone, in der ein besonders gefährlicher Schadorganismus zwingend bekämpft oder zusammen mit seinem Wirt entfernt wird.

**Toleranzwerte:** Siehe Markt toleranz.

**Trägerstoffe:** Hilfsstoffe, an die die Wirkstoffe zwecks besserer Ausbringung, Löslichkeit, Dosierung usw. gebunden sind.

**Toxikologie:** Lehre von den Giften.

**Toxizität:** Giftigkeit.

## U

**Uredosporen:** Sommersporen von Rostpilzen.

## V

**Vektoren:** Überträger von Krankheitserregern, auch Zwischenwirte.

**Virgines:** Weibliche Blattläuse mit parthenogenetischer Vermehrung.

**Virosen:** Krankheiten, die durch Viren hervorgerufen werden.

**Vivipar:** Lebend gebärend (zum Beispiel Blattläuse).

## W

**Wachstumsregulatoren:** Wirkstoffe, die das Längenwachstum der Pflanzen fördern oder hemmen können.

**Wartefrist:** Minimale Frist, die zwischen der letzten Anwendung eines bestimmten Pflanzenschutzmittels und der Ernte (Konsum) verstrichen sein muss (bei Obst, Gemüse, Beeren).

**Wasserdispergierbar:** In Wasser fein verteilbar.

**Wirkstoff:** Aktivsubstanz eines Produkts, die die erwünschte Wirkung auslöst.

**Wirkungsspektrum:** Wirkungsbreite; gibt an, gegen welche Schaderreger ein Produkt wirkt.

**Wirtspflanze oder Wirt:** Pflanzenarten oder Organismen, auf denen sich gewisse Parasiten entwickeln können.

**Wirtswechsel:** Im Lauf ihres Lebens (oder während eines Jahres) wechseln gewisse Schädlinge oder Krankheiten die Wirtspflanze (Beispiel: Gitterrost bei Birnen).

## Z

**Zoosporen:** Sporen, die sich mittels Geißeln aktiv bewegen können.

