Österreichische Arbeitsgemeinschaft für integrierten Pflanzenschutz
1045 Wien, Wiedner Hauptstraße 63, Bauteil 3/2/3237

AUSGABE 2008

Handbuch für den Sachkundenachweis im Pflanzenschutz

Richard Szith

Inhaltsverzeichnis

		Seite
	Vorwort	**4**
1.	**Ökologie**	**5**
1.1	Das ökologische Gleichgewicht	5
1.2	Aufgaben des Pflanzenschutzes	7
1.3	Methoden des Pflanzenschutzes	9
1.3.1	Kulturtechnischer Pflanzenschutz	9
1.3.2	Mechanisch-physikalischer Pflanzenschutz	10
1.3.3	Biologischer Pflanzenschutz	11
1.3.3.1	Einsatz nützlicher Organismen	11
1.3.3.2	Natürliche Kontrolle der Schadorganismen	13
1.3.3.3	Einbürgerung von Nützlingen	13
1.3.4	Biotechnischer Pflanzenschutz	13
1.3.4.1	Ausnützung der Sinnesorgane von Schädlingen	13
1.3.4.2	Ausnützung der Kenntnisse über Lebensvorgänge	14
1.3.4.3	Selbstvernichtungsverfahren (Autozidverfahren)	14
1.3.4.4	Züchtung widerstandsfähiger (resistenter oder toleranter) Kulturpflanzen	14
1.3.5	Chemischer Pflanzenschutz	15
1.4	Die wichtigsten schädlichen und nützlichen Organismen der Kulturpflanzen	16
1.4.1	Viren	16
1.4.2	Phytoplasmen (Mykoplasmen, MLO)	17
1.4.3	Bakterien	18
1.4.4	Pilze	19
1.4.5	Höhere Pflanzen (Unkräuter u.a.)	20
1.4.6	Tierische Schädlinge	22
1.4.6.1	Nematoden (Älchen)	22
1.4.6.2	Schnecken	22
1.4.6.3	Milben	23
1.4.6.4	Insekten (Kerbtiere, Kerfe)	23
1.4.6.5	Wirbeltiere	28
2.	**Integrierter Pflanzenschutz**	**29**
2.1	Definition des integrierten Pflanzenschutzes	29
2.2	Praktische Durchführung eines integrierten Pflanzenschutzes	30
2.3	Ökologische Beurteilung der Pflanzenschutzmethoden	33
2.4	Ökonomische Beurteilung der Pflanzenschutzmethoden	34
2.5	Integrierter Pflanzenbau	35
3.	**Toxikologie und Umweltverhalten der chemischen Pflanzenschutzmittel**	**36**

3.1	Erklärung des Begriffes „Gift„	36
3.2	Letale Dosis (LD_{50}), Letale Konzentration (LC_{50})	37
3.3	Einteilung der Chemikalien (Pflanzenschutzmittel) in Giftklassen	37
3.4	Verhalten chemischer Pflanzenschutzmittel in der Umwelt	40
3.5	Wartezeit	42
3.6	Höchstwert	42
3.7	Umwelttoxizität	44
3.7.1	Bienenschutz	44
3.7.2	Einfluss chemischer Pflanzenschutzmittel auf das Bodenleben	45
3.7.3	Schutz der Gewässerorganismen vor Pflanzenschutzmitteln – Oberflächengewässer	46
3.7.4	Schutz der Saumbiotope vor Pflanzenschutzmitteln	48
4.	**Pflanzenschutzmittelkunde**	**49**
4.1	Aufbau der chemischen Pflanzenschutzmittel	49
4.2	Selektivität der Pflanzenschutzmittel	50
4.2.1	Resistenz	51
4.2.2	Verhalten der Pflanzenschutzmittelwirkstoffe auf oder in Pflanzen	53
4.2.3	Einteilung der Pflanzenschutzmittel gegen tierische Schädlinge nach der Art der Aufnahme	56
4.2.3.1	Atemgifte	56
4.2.3.2	Kontaktgifte (Berührungsgifte)	56
4.2.3.3	Fraßgifte (Magengifte)	57
4.2.4	Einteilung der Herbizide nach ihrer Wirkungsweise	57
4.2.4.1	Systemische Herbizide	57
4.2.4.2	Ätz- und Kontaktherbizide	58
4.2.5	Einteilung der Herbizide nach der Anwendungszeit hinsichtlich der Unkrautentwicklung	58
4.2.6	Einteilung der Herbizide nach der Anwendungszeit hinsichtlich der Entwicklung der Kulturpflanzen	59
4.3	Einteilung der Pflanzenschutzmittel nach ihrer Wirkungsbreite (Selektivität)	60
4.4	Einteilung der Pflanzenschutzmittel nach ihrer chemischen Zusammensetzung	62
4.4.1	Pflanzenschutzmittel natürlicher Herkunft	62
4.4.1.1	Anorganische Wirkstoffe natürlicher Herkunft	62
4.4.1.2	Organische Wirkstoffe natürlicher Herkunft	63
4.4.2	Synthetische Pflanzenschutzmittel	66
4.4.2.1	Synthetische Insektizide	67
4.4.2.2	Synthetische Akarizide	73
4.4.2.3	Synthetische Fungizide	74
4.4.2.4	Synthetische Herbizide	83
5.	**Applikationstechnik (Anwendungstechnik)**	**97**
5.1	Applikationsverfahren	97
5.1.1	Feste Verfahren	97
5.1.2	Flüssige Verfahren	97
5.1.3	Gasförmige Verfahren	98
5.1.4	Beizung, Saatgutinkrustierung	99
5.2	Verteilung der Pflanzenschutzmittel bei flüssigen Applikationsverfahren	99
5.3	Abdrift	100
5.4	Gebräuchliche Düsen	101
5.4.1	Rundlochdüsen (Rundstrahldüsen, Kegelstrahldüsen)	101
5.4.2	Schlitzdüsen, Flachstrahldüsen	102
5.4.3	Flachstrahl-Pralldüsen	104
5.4.4	Injektor-, Luftabsaug-Flachstrahldüsen	105
5.4.5	Weitere Düsenformen	105
5.5	Düsenwahl	106
5.6	Einstellung der Pflanzenschutzgeräte	107
5.6.1	Einstellung der Pflanzenschutzgeräte für Flächenkulturen (Feldbau, Grünland)	107
5.6.2	Einstellung der Pflanzenschutzgeräte für Raumkulturen (Obst-, Wein- und Hopfenbau)	108
5.7	Applikationsmethoden	109
5.7.1	Applikationsmethoden bei Flächenkulturen (Feldbau, Grünland)	110
5.7.1.1	Flächenbehandlungen mit Spritzgeräten	110

5.7.1.2. Reihenbehandlung (Bandspritzung 110
5.7.1.3 Punkt- und Nesterbehandlung 111
5.7.2 Applikationsmethoden bei Raumkulturen (Obst-, Wein- und Hopfenbau) 111
5.7.2.1. Anwendung der Pflanzenschutzmittel im Obstbau 111
5.7.2.2. Anwendung der Pflanzenschutzmittel im Weinbau 111
5.8 Ausstattungs- und Funktionsanforderungen an Pflanzenschutzgeräte (Stand 1998) 112
5.8.1 Ausstattungs- und Funktionsanforderungen an Feldspritzgeräte (Stand 1998)
5.8.1.1 Zusätzliche Anforderungen an Bandspritzgeräte
5.8.2 Ausstattungs- und Funktionsanforderungen an Gebläsespritzen und -sprüher (Stand 1998)
5.8.3 Ausstattungs- und Funktionsanforderungen an Streugeräte (Stand 1998)
5.9 Wartung und Kontrolle von Pflanzenschutzgeräten 112

6. Anwenderschutz 114
6.1 Schutzkleidung 114
6.2 Vorsichtsmaßnahmen während der Pflanzenschutzarbeit 115
6.3 Verhalten bei Vergiftungsfällen 116
6.4 Lagerungshinweise und –vorschriften 117

7. Gesetzliche Bestimmungen für den Pflanzenschutz (Stand 1.5.2008) 119
7.1 Gesetze zum Schutze der Kulturpflanzen 119
7.1.1 Pflanzenschutzgrundsatzgesetz 119
7.1.2 Forstgesetz 119
7.1.3 Pflanzenschutzgesetz 119
7.1.4 Pflanzenschutzmittelgesetz 120
7.2. Düngemittelgesetz 121
7.3 Gesetze, die Vermehrung und Züchtung von Pflanzen betreffend 121
7.3.1 Saatgutgesetz 121
7.3.2 Pflanzgutgesetz 121
7.3.3 Rebenverkehrsgesetz 121
7.3.4 Gentechnikgesetz 121
7.4 Gesetze, Pflanzenschutzmittelrückstände betreffend 122
7.4.1 Lebensmittelgesetz 122
7.4.2 Futtermittelgesetz 122
7.5 Qualitätsklassengesetz 122
7.6 Gesetze, den Umgang mit Chemikalien und Giften betreffend 122
7.6.1 Chemikaliengesetz 122
7.6.2 Abfallwirtschaftsgesetz 123
7.6.3 Gefahrgutbeförderungsgesetz-Straße 123
7.7 Gesetze, die Umwelt betreffend 124
7.7.1 Wasserrechtsgesetz 124
7.7.2 Verbot des Verbrennens biogener Materialien 125
7.7.3 Naturschutzgesetze der Länder 125
7.7.4 Bodenschutzgesetze der Länder 125
7.7.5 Bienenzuchtgesetze der Länder 125
7.8 Gewerberecht 125

8. Pflanzenschutzberatungsstellen in Österreich 126

9. Sachregister 129
9.1 Fachausdrücke
9.2 Schädliche und nützliche Organismen
9.3 Pflanzenschutzmittel - Wirkstoffe und Präparate

VORWORT

Der Anteil der landwirtschaftlichen Bevölkerung nimmt in Österreich, wie auch in den anderen Industriestaaten, ständig ab. Im Jahre 1960 machte er in Österreich noch rund 30 Prozent aus, inzwischen ist er auf zirka 5 Prozent abgesunken. Das heißt, dass immer weniger Landwirte immer mehr Personen aus den anderen Schichten der Bevölkerung versorgen müssen. Produzierte ein Bauer 1950 Nahrungsmittel für zehn Mitmenschen, so macht er dies heute für rund 125 Mitmenschen. Gleichzeitig sind die Ausgaben für die Nahrungsmittel von 1950 bis heute von rund 43 Prozent des Haushaltseinkommens auf etwa 12 Prozent gesunken. Wenn die Menschen in den Industriestaaten heute nicht hungern, – im Gegenteil, landwirtschaftliche Erzeugnisse zu günstigen Preisen im Überfluss angeboten bekommen, – so ist dies auf die Tatsache zurückzuführen, dass sich die Landwirtschaft moderner Methoden und Hilfsmittel bedient. Zu diesen Hilfsmitteln zählen auch die chemischen Pflanzenschutzmittel.

Nur zu leicht könnte sich aber die Situation ändern, wenn in Zukunft landwirtschaftliche Produkte immer mehr zur Energiegewinnung (Biosprit usw.) herangezogen werden. Dies ist auch einer der Gründe, warum die Preise für Weizen seit 2002 weltweit um zirka 200 Prozent, die für Reis um 75 Prozent gestiegen sind. In Pressemeldungen wurde in jüngster Zeit darauf hingewiesen, dass es in manchen Ländern bereits zu Unruhen durch eine Knappheit an Lebensmitteln gekommen ist. Verschärft wird die Situation noch durch die Tatsache, dass die landwirtschaftliche Nutzfläche weltweit zugunsten der Urbanisierung und Industrialisierung abnimmt. Gleichzeitig steigt mit zunehmendem Wohlstand der Fleischkonsum. Für die Erzeugung von 1 kg Rindfleisch werden 7 kg Getreide, für 1 kg Schweinefleisch 3 kg Getreide benötigt! Auch in Österreich ist eine Verteuerung der Nahrungsmittel klar erkennbar.

Obwohl die chemischen Pflanzenschutzmittel zu den am besten geprüften chemischen Stoffen hinsichtlich der menschlichen Gesundheit und ihrem Verhalten in der Umwelt zählen, erweckt ihre Verwendung bei vielen Menschen ein Unbehagen. In der Tat können chemische Pflanzenschutzmittel, wenn sie unsachgemäß verwendet werden, auch negative Einflüsse auf die Gesundheit der Menschen und ihrer Umwelt haben. Aufgabe der Landwirtschaft ist es aber, die Menschen ausreichend mit einwandfreien Nahrungsmitteln zu versorgen und gleichzeitig eine gesunde Umwelt zu erhalten.

Daher ist es notwendig, dass die Land- und Forstwirte beim Umgang mit chemischen Pflanzenschutzmitteln sachkundig sind. Mit dieser dritten Auflage des „Handbuchs für den Sachkundenachweis im Pflanzenschutz“ versucht die Österreichische Arbeitsgemeinschaft für integrierten Pflanzenschutz die erforderlichen Kenntnisse für einen sicheren Umgang mit den Pflanzenschutzmitteln an die Land- und Forstwirte weiterzugeben.

Prof. Dipl.-Ing. Dr. Richard Szith

1. Ökologie

Unter Ökologie versteht man die Lehre von den Beziehungen der Lebewesen untereinander und zur Umwelt.

1.1. Das ökologische Gleichgewicht

Den Lebensraum, der den Anforderungen bestimmter Lebewesen (Pflanzen, Tiere) entspricht, nennt man *Biotop.* Es gibt verschiedene Biotope, feuchte oder trockene Lagen, Hochgebirge oder Niederungen, saure oder alkalische Böden usw. Alle Wesen eines Biotops leben in einer eng verketteten, aufeinander abgestimmten Gemeinschaft, einem sogenannten *Ökosystem*. Nach außen hin scheint es, dass sich dieses System in einem *ökologischen Gleichgewichtszustand* befindet. Dieser Zustand beruht darauf, dass alle Lebewesen innerhalb eines Biotops untereinander in einem eng vernetzten Abhängigkeitsverhältnis stehen. Er wird aber ständig durch Einflüsse von außen, nämlich sowohl durch die Natur selbst (z.B. durch die Witterung, Lichteinflüsse usw.), als auch durch die Menschen gestört.

Allgemein wird behauptet, dass das *ökologische Gleichgewicht* umso stabiler sei, je mehr Arten von Lebewesen (Pflanzen und Tiere) in einem Ökosystem vorhanden sind. Dennoch kann der Wegfall einer Art (z.B. einer Pflanzenart) für andere fatale Folgen haben. Dies gilt insbesondere für *monophage Tiere*, die sich praktisch nur von einer bestimmten Pflanzenart ernähren. Gerade aus dem Fachgebiet des Pflanzenschutzes könnte man dazu eine Vielzahl von Beispielen aufzählen. So ist der Apfelschorf an das Vorhandensein von Apfelbäumen oder der Blauschimmel an das Vorhandensein von Tabakpflanzen gebunden. Werden in einem Gebiet keine Kartoffel angebaut, findet der Kartoffelkäfer seine wichtigste Wirtspflanze nicht vor und wird dort nicht mehr auftreten. Werden Brennnesseln systematisch dezimiert, werden die Raupen des Tagpfauenauges oder des Kleinen Fuchses, zweier bunter Tagfalter, ihrer wichtigsten Wirtspflanze beraubt. *Polyphage* Arten, die sich von einer Vielzahl verschiedener Pflanzen ernähren können, wie beispielsweise die Gemeine Spinnmilbe, Drahtwürmer, Engerlinge, Erdraupen, Mäuse usw., werden durch den Wegfall einer bestimmten Pflanzenart praktisch nicht betroffen.

> **Unter dem ökologischen Gleichgewicht versteht man einen Gleichgewichtszustand zwischen den verschiedenen Gliedern einer Lebensgemeinschaft, der sich selbst reguliert und empfindlich ist.**

Wie aus dieser Definition hervorgeht, weist das *ökologische Gleichgewicht* zwei markante Merkmale auf:

- Es ist ***selbst regulierend*** und
- ***empfindlich***.

Dazu nachfolgende Erklärungen:

D e r S e l b s t r e g u l i e r u n g s m e c h a n i s m u s
d e s ö k o l o g i s c h e n G l e i c h g e w i c h t s

In der Natur gibt es einen ständigen Wettkampf zwischen den Lebewesen, ein Fressen und Gefressenwerden. Das heißt, dass sich jedes Lebewesen von anderen ernährt, gleichzeitig aber selbst wieder natürliche Gegenspieler hat. Eine besondere Stellung nehmen die meisten grünen Pflanzen ein, für die mineralische Stoffe die Lebensgrundlage darstellen und somit an der Spitze einer Nahrungskette stehen. Durch diesen Wettkampf ums Überleben stehen die Lebewesen untereinander in einem Gleichgewichtszustand. Findet eine Gruppe von Lebewesen genug Nahrung vor, wird sie sich vermehren, verschlechtert sich das Nahrungsangebot, geht ihre Anzahl zurück.

Sind beispielsweise in einem Wald viele Borkenkäfer vorhanden, finden Spechte ausreichend Nahrung vor und werden sich dort rasch vermehren. Gibt es viele Spechte, wird die Anzahl der Borkenkäfer rückläufig sein. Nun finden wiederum die Spechte zu wenig Nahrung vor, um ihre Brut ausreichend mit Futter zu versorgen. Nun wird sich die Anzahl der Spechte verringern und in der Folge können sich wieder die Borkenkäfer vermehren. Dieses Wechselspiel lässt sich immer wieder wiederholen. Das bedeutet, dass zwischen den beiden Tierarten ein so genannter „ökologischer

Gleichgewichtszustand“ herrscht, der nicht stabil ist, sondern stets um einen Mittelwert schwankt. Kennzeichnend ist auch, dass keine Art die andere ausrottet.

Der Mensch hat sich im Laufe der Evolution (Entwicklungsgeschichte der Lebewesen) durch die Eigenschaft, dass er logisch denken kann, vom Gleichgewichtszustand abgehoben. „Er machte sich die Erde untertan“. Dabei stellt sich der Mensch subjektiv in den Mittelpunkt der Schöpfung und er bezeichnet alle Lebewesen, die ihm feindlich gegenüberstehen, – sei es, weil sie ihn direkt attackieren (z.B. Läuse, Flöhe usw.) oder weil sie seine Nahrungskonkurrenten sind, – als *schädlich.* Jene Lebewesen, von denen sich der Mensch direkt ernährt (Kulturpflanzen, Haustiere) oder die ihm als Nahrungsmittel- und Rohstofflieferanten (z.B. Honigbienen, Seidenraupen usw.) dienen, werden als *nützlich* eingestuft. Auch die natürlichen Gegenspieler der *Schädlinge* werden als *nützlich* bezeichnet. Wie subjektiv diese Einteilung der Organismen in schädliche oder nützliche ist, sei an einem Beispiel erklärt:

Hügelbildende Waldameisen gelten als wertvolle Helfer bei der Bekämpfung diverser Forstschädlinge (z.B. der Kleinen Fichtenblattwespe, Fichtengebirgsblattwespe u.a.). Ein gut entwickeltes Volk der kleinen Roten Waldameise kann in 20 bis 25 Tagen 1 bis 2 Millionen Fichtenblattwespenlarven vertilgen. Auch Spechte werden als Gegenspieler verschiedener Schadkäfer im Forst (Borkenkäfer, Bockkäfer usw.) als nützlich eingestuft. Spechte können aber auch bei Ameisenvölkern großen Schaden anrichten. Ein Specht kann nämlich täglich bis zu 3000 Ameisen fressen. Daher soll man Ameisenhügel zum Schutz vor Spechten mit einem pyramidenartigen Gestell überdachen, das mit einem Drahtgeflecht überzogen ist. Sind nun die Spechte schädlich oder nützlich?

Neben den *Schädlingen* und *Nützlingen* gibt es noch *indifferente Arten* und *Lästlinge.* Indifferente Organismen können Nützlingen als Nahrungsquelle (z.B. indifferente Milben für Raubmilben) dienen. Außerdem können sie Platzkonkurrenten für Schädlinge sein. Indifferente Lebewesen werden daher eher den Nützlingen zugeordnet. Lästlinge stören das Wohlbefinden der Menschen, ohne sie direkt oder indirekt anzugreifen. An Kulturpflanzen richten Lästlinge keinen direkten Schaden an, werden aber von den Menschen als unangenehm empfunden (z.B. Ameisen in Glashäusern).

Für die Land- und Forstwirtschaft stellt sich der ökologische Gleichgewichtszustand oft zu langsam ein. Marienkäfer sind beispielsweise natürliche Gegenspieler der Blattläuse. Sie werden sich in Kulturpflanzenbeständen erst dann vermehren, wenn Blattläuse in größerer Anzahl vorhanden sind. Bis zu diesem Zeitpunkt können aber Blattläuse durch ihre Saugtätigkeit oder durch die Übertragung von Virosen schon längst einen Schaden an den Kulturpflanzen angerichtet haben. *Pflanzenschutz zu betreiben ist daher eine ökologische Notwendigkeit!*

E m p f i n d l i c h k e i t d e s ö k o l o g i s c h e n G l e i c h g e w i c h t s

Das ökologische Gleichgewicht wird durch äußere Einflüsse, die von der Natur oder vom Menschen herrühren, ständig gestört.

Die Natur bringt das Gleichgewicht vor allem durch die Witterung in Unruhe, denn kein Jahr gleicht dem anderen (kalte oder milde Winter, verregnete oder trockene Sommer usw.), keine Woche durch das Wechselspiel von Schön- oder Schlechtwetterperioden der vorigen und sogar jeder aufeinander folgende Tag unterscheidet sich aufgrund der Tageslänge vom anderen. Durch diese witterungsbedingten Störungen gibt es das ökologische Gleichgewicht eigentlich gar nicht, sondern es ist ständig in Bewegung. Es strebt zwar einen Gleichgewichtszustand an, der aber nie erreicht wird.

Witterungseinflüsse als Ursachen der Störung des ökologischen Gleichgewichts:	*Folgen:*
Warmes, feuchtes Wetter	Verstärktes Auftreten von Pilzkrankheiten (z.B. Apfelschorf, Falscher Mehltau der Weinrebe, Kraut- und Knollenfäule der Kartoffel usw.). Es gibt aber auch Pilzkrankheiten, die in der kühleren Jahreszeit ihre optimalen Lebensbedingungen vorfinden (z.B. Baumkrebs, Rote Wurzelfäule der Erdbeere u.a.).
Warmes, trockenes Wetter	Verstärktes Auftreten von Insekten (Blattläusen u.a.)
Nach Hagelschlag	Auftreten von Rindenkrankheiten und –schädlingen an Bäumen und Sträuchern
Nach Schneebruch	Auftreten von Borkenkäfern an Bäumen

Geschlossene Schneedecke über 100 Tage	Gefahr des Auftretens des Zwergsteinbrandes bei Weizen
Längere andauernde Überschwemmungen (länger als 3 Tage)	Gefahr des Auftretens der Narrenkopfkrankheit (Hexenbesen) bei Mais und anderen Gräsern.

Dadurch, dass die Menschen sesshaft wurden und den Boden mit Pflanzen zu bebauen begannen, griffen sie in der Jüngeren Steinzeit erstmals im größeren Ausmaße in ökologische Gleichgewichtszustände ein. Man nennt dieses Ereignis die *Neolithische Revolution*. Mit den ersten Feldern (Monokulturen) fanden aber nicht nur die Menschen, sondern auch die (anderen) natürlichen Gegenspieler der unter Kultur genommenen Pflanzen einen „gedeckten Tisch" vor. Daher kann man annehmen, dass bereits die ersten Bauern Pflanzenschutz betrieben haben.

Jede Art des Landbaues stellt somit einen Eingriff in ökologische Zusammenhänge dar und hat Pflanzenschutzprobleme zur Folge.

Störungen durch den Menschen sind oft nachhaltig. Mitunter können sich auch wieder neue Ökosysteme aufbauen (z.B. Heide-, Karstlandschaften, Almen u.a.). Fachleute sprechen auch von einer Großstadtökologie mit Tieren (Tauben, Amseln, Ratten usw.) und Pflanzen (exotische Zierpflanzen), die sich dieser Situation angepasst haben.

Beispiele für Ursachen, wie der Mensch im Rahmen der Landwirtschaft in ökologische Gleichgewichtszustände eingegriffen hat:	
Mensch als Verursacher	*Folgen:*
Ackerung, Wiesenumbruch	Unkräuter, vor allem die Lichtkeimer
Anlage von Feldern (Monokulturen)	Schädlinge finden einen „gedeckten Tisch" vor.
Fehlender Fruchtwechsel	Auftreten von Nematoden oder Auflaufkrankheiten
Pflanzenzüchtung (Selektionszüchtung)	Kulturpflanzen sind anfälliger gegenüber Krankheiten oder Schädlingen als die dazugehörigen Wildformen.
Düngung (vor allem Überversorgung mit Stickstoffdüngern)	Die Pflanzen bleiben länger grün und können von Schadorganismen länger angegriffen werden. Besonders eine Stickstoffüberdüngung lässt die Getreidepflanzen lagern, gleichzeitig wird das Auftreten von Pilzkrankheiten gefördert. Obstbäume, die mit Stickstoffdüngern überversorgt sind, werden von Blattläusen und Spinnmilben stärker befallen.
Überbetriebliche Zusammenarbeit, Mechanisierung	Verschleppung von Schadorganismen (Unkrautsamen, Unkraut-wurzelstücken, Nematoden usw.) mit Erde, die an den Maschinen haftet.

1.2. Aufgaben des Pflanzenschutzes

- Aufgabe des Pflanzenschutzes ist es, die Erträge der Kulturpflanzen zu sichern. Dies betrifft sowohl deren *Menge (Quantität)*, als auch deren *Güte (Qualität)*. Nur solche Früchte, deren Entwicklung durch keinen Schädlings- oder Krankheitheitsbefall gestört worden sind, werden eine hohe *äußere* und *innere Qualität* aufweisen.

- Der Pflanzenschutz ist daher nur indirekt ertragssteigernd. Er verhindert Ernteverluste und Qualitätsminderungen.

- Jede Methode des Landbaues stellt einen Eingriff in ein ökologisches Gleichgewicht dar. Die Natur ist bestrebt, den ursprünglichen Gleichgewichtszustand wieder herzustellen. In der Land- und Forstwirtschaft wird dieser Vorgang durch das Aufkommen von Schadorganismen erkennbar. Aufgabe des Pflanzenschutzes ist es, dieses Aufkommen von Schadorganismen zu unterbinden. Dabei muss vorsichtig vorgegangen werden, um das ökologische Gleichgewicht nicht noch mehr zu stören.

B e m e r k u n g e n:

Ähnliche Aufgabenstellungen haben die Jagd und der Naturschutz.

- Jagd: Durch die Ausrottung von Raubtieren (Wolf, Luchs, Bär) haben sich Rehe, Hirsche, Wildschweine usw. als Schädlinge in der Land- und Forstwirtschaft zu stark vermehrt. Ihre Anzahl muss durch Abschüsse dezimiert werden.
- Naturschutz: Viele Naturschutzgebiete sind Landschaften, die durch Menschenhand entstanden sind (z.B. Hutweide und Pusztalandschaft im Seewinkel, Burgenland). Sie sind also Kulturlandschaften. Würde man sie der Natur wieder überlassen, würden sie sich verändern.

Bei der Lösung von Pflanzenschutzproblemen muss behutsam vorgegangen werden, indem man nützliche Organismen möglichst schont. Unbedachte Pflanzenschutzmaßnahmen können neue Probleme auslösen.

Als Problemlösung bietet sich der ***integrierte Pflanzenschutz*** an.

Darüber hinaus hat der Pflanzenschutz eine wichtige Aufgabe im Rahmen der *Mechanisierung* in der Landwirtschaft (z.B. Unkrautbekämpfung zur Ernteerleichterung) zu erfüllen.

Beispiele:

- Die Einzelkornsaat bei Hackfrüchten verlangt eine konsequente Bekämpfung tierischer und pilzlicher Schadorganismen im Boden. Aus jedem abgelegten Samenkorn soll nämlich eine ertragsbringende Kulturpflanze heranwachsen. Fällt ein Korn durch Schädlingsbefall aus, bleibt eine Lücke. Viele Lücken führen zu Ertragsminderungen.
- Ein übermäßiger Unkrautwuchs kann die vollautomatische Ernte bei Getreide oder Hackfrüchten scheitern lassen (z.B. Klettenlabkraut bei Getreide- oder Rapsmähdrusch, Weißer Gänsefuß aufgrund der kräftigen Stängel beim Einsatz von Rodemaschinen auf Zuckerrüben- oder Kartoffelfeldern).
- Die Krautabtötung bei Kartoffeln oder das Hopfenputzen mit Deiquat-Mitteln (Reglone) zur Ernteerleichterung.

Wie bereits erwähnt wurde, betrifft die Sicherung der Qualität nicht nur die äußeren, sondern auch die inneren Merkmale.

Tabelle: Beispiele für Ursachen der Qualitätsminderung durch Schaderreger:	
Ursachen:	*Qualitätsminderungen durch*
Ä u ß e r e Q u a l i t ä t :	
Verschiedene, auf Früchten oder Blättern Flecken bildende Pilze, z.B.: Apfelschorf	Schalenfehler (z.B. Schorfflecken) bei Äpfeln
Brennflecken bei Bohnen	braune Flecken auf Bohnenhülsen (Schoten)
Alternaria-Pilze bei Kraut und Kohl	Blattflecken auf Kraut- und Kohlgemüse
Kartoffelschorf	Schalenfehler bei Kartoffelknollen
Sternrußtau	Blattflecken bei Rosen
Insektenfraß an Früchten, z.B.: Obstmade (Raupe des Apfelwicklers)	Bohrlöcher und Fraßgänge in Äpfeln
Made der Kirschfruchtfliege	„wurmige“ Kirschen
Raupe des Maiszünslers oder Käfer des Maiswurzelbohrers	Fraß an Maiskolben (vor allem bei Zuckermais)
Raupen der Kohleulen („Herzwurm“)	Fraßgänge in Kohlköpfen
Drahtwürmer bei Kartoffeln	Fraßgänge in Kartoffelknollen
Verschiedene Fäulniserreger bei Früchten	Fäulnis, gleichzeitig Gefahr der Beeinflussung der inneren Qualität durch die Bildung von Mykotoxinen (z.B. *Penicillium patulum* erzeugt das Gift Patulin)

Innere Qualität:	
Mutterkorn, Taumellolch oder Samen der Kornrade	Verschiedene Giftstoffe (Alkaloide) in Brot, Müslis oder Futtermitteln
Aspergillus flavus, ein Schimmelpilz	Krebserregende Aflatoxine (besonders bei Erdnüssen, Sojabohnen oder anderen Nahrungsmitteln aus tropischen Gebieten) oder Ochratoxin (an Getreide).
Verschiedene *Fusarium*-Arten (Schimmelpilze)	Mykotoxine (Vomitoxin, Zerealinon u.a.) in Getreide, Mais bzw. in Mehl und Futtermitteln. Von Fusarium befallene Braugerste kann die Ursache des „Gushings“ (Wildwerden, Ausschäumen) des Biers beim Öffnen der Flaschen sein.
Befall durch Kornkäfer	Änderung der Mahl- und Backeigenschaften des Getreides, krebserregenden Stoffwechselprodukte in Mehl und Futtermitteln
Befall durch Mehlmilben u.a.	Änderung der Mahl- und Backeigenschaften des Getreides, bitterer Geschmack des Mehles, Giftstoffe
Befall durch Getreidewanzen	Abbau des Klebergehaltes des Getreides, Verlust der Backfähigkeit
Echter Mehltau der Weinrebe	Geschmacksbeeinflussung (muffiger Geschmack) beim Wein
Hahnenfuß, Herbstzeitlose, Sumpfschachtelhalm	Verschiedene giftige Pflanzen im Grünlandfutter

In diesem Zusammenhang darf nicht unerwähnt bleiben, dass es umgekehrt bei Früchten und anderen Lebensmitteln durch eine unsachgemäße Anwendung von chemischen Pflanzenschutzmitteln zu Rückstandsproblemen und unerwünschten Geschmacksbeeinflussungen kommen kann, die eine negative Beeinträchtigung der inneren Qualität darstellen.

1.3. Methoden des Pflanzenschutzes

Es gibt verschiedene Methoden des Pflanzenschutzes. Die Zuordnung einzelner Pflanzenschutzmaßnahmen ist nicht immer eindeutig möglich.

1.3.1. Kulturtechnischer Pflanzenschutz

Im Unterschied zu den anderen, nachfolgend aufgezählten Methoden ist der kulturtechnische Pflanzenschutz ***vorbeugend*** wirksam.

Beispiele für den kulturtechnischen Pflanzenschutz:

- Wahl des richtigen Standortes für Kulturpflanzen. In feuchten Staulagen besteht eine erhöhte Gefahr eines Auftretens von Pilzkrankheiten.
- Standortgerechte Sortenwahl.
- Anbau wenig anfälliger oder widerstandsfähiger (resistenter) Sorten.
- Fruchtfolge als Maßnahme gegen Fußkrankheiten im Getreidebau, gegen Nematoden (Älchen) bei Getreide, Zuckerrüben oder Kartoffeln, gegen den Maiswurzelbohrer, gegen die Bodenmüdigkeit im Obst- und Weinbau, gegen Unkräuter im Ackerbau usw.
- Kronenerziehung bei Obstbäumen: Durch eine lockere Kronenerziehung trocknen Wassertropfen nach Regen oder Tau durch Sonneneinstrahlung und Wind auf den Blättern rascher ab. Gleichzeitig wird die Blattnässedauer verkürzt und der Lebensraum für Pilzkrankheiten (z.B. Apfelschorf) eingeengt.
- Reberziehung und Freistellen der Weintrauben: Ähnlich wie im Obstbau wird auch im Weinbau durch einen lockeren Aufbau des Rebstocks der Lebensraum für Pilze (z.B. Peronosporakrankheit) eingeengt. Besonders wichtig ist dies in feuchteren Lagen. Das Freistellen der Trauben vor der Ernte beugt einem Befall durch den Grauschimmel (*Botrytis cinerea*) vor.
- Beseitigung von Brennnesseln, Acker- und Zaunwinden u.a. Unkräutern in Weingärten, um Zikaden die wichtigsten Wirtspflanzen zu nehmen. Zikaden sind im Weinbau häufig die Überträger von Mykoplasmosen.

- Propfrebenbau mit der Verwendung von Unterlagen der „Amerikanerreben“ *Vitis riparia, Vitis rupestris* oder *Vitis berlandieri*, die widerstandsfähig gegen die (Wurzel-)Reblaus sind. Dadurch hat dieser ursprünglich gefürchtete Schädling an Bedeutung verloren.
- Durch das Pfropfen von Hausgurken auf den Feigenblattkürbis *Cucurbita ficifolia* wird ein weitgehender Schutz vor der Welkekrankheit erreicht, die durch den Pilz *Fusarium oxysporum* verursacht wird. Gleichzeitig kann auch eine Teilwirkung gegen den Erreger der Schwarzen Wurzelfäule beobachtet werden. Die Haargurke (*Sicyos angulatus*, Handelsbezeichnung KJ-100) bietet als Unterlage wiederum einen Schutz vor Nematoden.
- Überdachen von Himbeer-, Brombeer- oder anderen Strauchbeerkulturen als Schutz vor Blattnässe. Dadurch werden Infektionen durch schädliche Pilze, wie Grauschimmel, Rutenkrankheit der Himbeeren u.a., hintan gehalten. Zur Infektion benötigen nämlich die meisten Pilze tropfnasse Blätter oder Triebe.
- Mähweidenutzung: Wechsel der Nutzung (Mähen und Beweiden) im Grünland, um einer Verunkrautung vorzubeugen.
- Sofortiges Entrinden von geschlägertem Holz, das im Wald gelagert werden muss bzw. sofortiger Abtransport von geschlägertem, nicht entrindetem Holz aus dem Wald als Maßnahmen gegen Borkenkäfer.

1.3.2. Mechanisch-physikalischer Pflanzenschutz

Man kann wohl mit Sicherheit annehmen, dass bereits in der Jüngeren Steinzeit die ersten Bauern begonnen haben, ihre Kulturpflanzen frei von schädlichen Käfern oder Insektenlarven zu halten, indem sie diese absammelten und zerdrückten. Außerdem fingen die Menschen an, das Wild durch Einfriedungen von ihren Feldern fernzuhalten. Mechanisch-physikalische Maßnahmen können daher als die ältesten Methoden des Pflanzenschutzes angesehen werden. Noch zu Beginn des 20. Jahrhunderts konnte man im Obstbau nur durch mechanisch-physikalische Maßnahmen gegen tierische Schädlinge vorgehen, indem man beispielsweise Zweige, die von Gespinstmotten befallen waren, abschnitt und (durch Verbrennen) vernichtete. Im Winter schabte man die borkige Rinde der Apfelbäume ab, um die Apfelwicklerraupen (im Präpuppenstadium) freizulegen, damit sie von Vögeln leichter gefunden und gefressen wurden.

Bis Mitte des 20. Jahrhunderts galt der mechanische Pflanzenschutz als die wichtigste Methode zur Bekämpfung von Unkräutern. Von diesem Faktum leitet sich auch die Sammelbezeichnung „Hackfrüchte“ für Mais, Kartoffeln, Zucker- und Futterrüben ab. Durch das Aufkommen der chemischen Unkrautbekämpfung mit Herbiziden in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts verlor aber das Unkrauthacken an Bedeutung. Gesetzliche Beschränkungen beim Einsatz von chemischen Pflanzenschutzmitteln (z.B. in Wasserschongebieten usw.) führten aber in jüngster Zeit dazu, dass die mechanische Unkrautbekämpfung durch Hacken oder Striegeln wiederum an Bedeutung gewann.

Beispiele für mechanisch-physikalische Pflanzenschutzverfahren:

1. *Mechanisches Entfernen von Schadorganismen:*
   Unkrautbekämpfung durch Hacken, Jäten oder Striegeln,
   Abmähen von giftigen oder unbekömmlichen Pflanzen, die vom Vieh verschmäht worden sind, nach einer Beweidung
   Wegschneiden von mehltaukranken Trieben bei Apfelbäumen,
   Absammeln und Wegschneiden von Monilia-Fruchtmumien auf Obstbäumen,
   Abbrocken von Rundknospen bei Johannisbeeren, die von der Johannisbeergallmilbe befallen sind,
   Absieben von Unkrautsamen (z.B. Kornrade u.a.) oder Mutterkorn bei der Saatgutreinigung des Getreides.
   Einsatz von Gebläsen bei der Saatgutreinigung (Wegblasen von Unkrautsamen) usw.

2. *Zerdrücken, Zerschlagen, Zerquetschen von Schadorganismen:*
   Zerdrücken von Raupennestern,
   Kippfallen gegen Wühlmäuse,
   Bekämpfung des Maiszünslers durch feines Häckseln und Unterpflügen von Ernteresten (Maisstroh und Stoppeln).

3. *Mechanisches Abhalten von Schadorganismen:*
   Einzäunen von Obstgärten und anderen Kulturen, um Wild fernzuhalten,
   Kulturnetze (Vliese) aus Kunststoff zur Abwehr von zufliegenden schädlichen Insekten im Gemüse- (z.B. Kohlfliege usw.) und Erdbeerbau (z.B. Erdbeerblütenstecher),
   Vogelschutznetze, Hagelschutznetze,
   Anlegen von Leimringen um die Stämme von Obstbäumen, um das Aufwandern des Weibchens des Frostspanners zu verhindern,
   Umwickeln der Wurzelballen junger Obstbäume mit einem ¾zölligen verzinkten Drahtgitter vor dem Auspflanzen zum Schutz vor Wühlmäusen,
   Anlegen von (Plastik-)Schutzhüllen um die Stämme junger Waldbäume als Schutz vor dem Wild (Nage- oder Fegeschutz) usw.

4. *Abhalten von Schadorganismen mittels Elektrizität:*

   Elektrozäune um Gemüsegärten, Felder (Sojafelder) usw. als Wildschutz

5. *Thermischer Pflanzenschutz*:

   Unkrautbekämpfung mit Abflamm- oder Infrarotgeräten (Die Wirkung beruht auf der Gerinnung des Pflanzeneiweißes bei hohen Temperaturen.),
   Verbrennen von Schnittholz von Himbeeren oder Johannisbeeren bei Befall durch Himbeermotte, Himbeer- oder Johannisbeerglasflügler,
   Verbrennen von Baumrinde, die von Borkenkäfern befallen ist,
   Warmwasserbehandlung von Gemüse- oder Zierpflanzenzwiebeln gegen Wurzelmilben,
   Dämpfen der Erde im Gartenbau (Bodenentseuchung gegen Nematoden, Keimlingskrankheiten u.a.),
   Kühllagerung von Früchten zur Abtötung oder Entwicklungshemmung bei Vorratsschädlingen (z.B. Speisebohnenkäfer).

Möglichkeiten des Hackstriegeleinsatzes im Pflanzenschutz

Beim Striegeln müssen sich die Unkräuter in einem sehr frühen Entwicklungsstadium befinden. Wurzelunkräuter lassen sich durch Striegeln nicht bekämpfen.

Das Striegeln sollte bei Schönwetter um die Mittagszeit erfolgen, damit ausgerissene und verletzte Unkräuter rasch vertrocknen. Außerdem befinden sich die Kulturpflanzen zur Mittagszeit oft in einem leichten Welkezustand, so dass sie biegsamer sind und den Striegelzähnen besser ausweichen können. Nachfolgend seien die besten Einsatzzeitpunkte für Hackstriegelgeräte angeführt:

Getreide: 3-Blatt-Stadium bis zum Ende der Bestockung des Getreides.
Winterraps: Im Herbst ab 20 cm Wuchshöhe der Rapspflanzen, im Frühjahr muss diese Maßnahme meist ein- bis zweimal wiederholt werden.
Pferdebohne (Ackerbohne): Vor dem Aufgang blindstriegeln, nach dem Aufgang ab dem 4-Blatt-Stadium der Pferdebohnen Maßnahme ein- bis zweimal wiederholen, danach hacken.
Soja: Ab 4-Blatt-Stadium der Sojapflanzen ist ein- bis zweimaliger Striegeleinsatz möglich, danach hacken.
Futtererbse: Ab 3-Blatt-Stadium der Erbse ist ein ein- bis zweimaliger Striegeleinsatz möglich.
Zucker- und Futterrübe: Ab 2-Blatt-Stadium der Rüben ein- bis zweimaliger Striegeleinsatz möglich, danach hacken.
Kartoffel: Vor dem Aufgang blindstriegeln, nach dem Aufgang Maßnahme ein- bis zweimal wiederholen.
Grünland: Belüftung der Grasnarbe, einebnen von Maulwurfshügeln, verteilen von Mist- oder Gülleschleiern sowie von Kuhfladen nach einer Weidenutzung.

1.3.3. Biologischer Pflanzenschutz

1.3.3.1. Einsatz natürlicher Organismen

Unter biologischem Pflanzenschutz versteht man den *bewussten Einsatz von nützlichen Organismen* zur Bekämpfung von Pflanzenkrankheiten oder –schädlingen. Diese Methode hat vor allem im gärtnerischen Bereiche an Bedeutung gewonnen, um in Glashäusern Spinnmilben, Weiße Fliegen, Blattläuse oder andere Schädlinge zu bekämpfen. Der biologische Pflanzenschutz wird sich vor allem

dann bewähren, wenn die Nützlinge für ihre Entwicklung günstigere Umweltbedingungen vorfinden als die Schädlinge.

Die Raubmilbe *Phytoseiulus persimilis* ist beispielsweise bei Temperaturen um 25° C und hoher Luftfeuchtigkeit (über 80 %) gegenüber der Gemeinen Spinnmilbe im Vorteil. Ein Vergleich zeigt:

Entwicklungskriterium	Gemeine Spinnmilbe *Tetranychus urticae*	Raubmilbe *Phytoseiulus persimilis*
Entwicklungsdauer: Ei ⇨ Erwachsene (Imagines)	10 Tage	7 Tage
Lebensdauer der Erwachsenen (Imagines)	5 Wochen	4 Wochen
Anzahl der Eier je Tag und Weibchen	7 bis 10 Eier	3 bis 4 Eier

Eine Raubmilbe kann unter günstigen Bedingungen pro Tag 20 Spinnmilbeneier, 20 junge Spinnmilben (Nymphen) oder 5 erwachsene (adulte) Spinnmilben vertilgen. Die Temperaturen dürfen nicht unter 8°C sinken, da die Raubmilben sonst stark geschädigt oder gar abgetötet werden.

Beispiele für Nützlinge und insektenpathogenen Pilzen Bakterien oder Viren, die im Handel erhältlich sind:

R a u b m i l b e n:
- *Phytoseiulus persimilis* gegen die Gemeine Spinnmilbe in Glashäusern,
- *Amblyseius cucumeris* oder *A. barkeri* gegen Blasenfüße (Thripse), z.B. gegen den Kalifornischen Blütenthrips in Glashäusern

E r z w e s p e n:
- *Aphelinus abdominalis* gegen die Grünstreifige Kartoffelblattlaus in Glashäusern,
- *Trichogramma evanescens* gegen den Maiszünsler im Freiland,
- *Trichogramma cacoeciae* und *T. dendrolimi* gegen Apfelwickler, Fruchtschalenwickler oder Pflaumenwickler

S c h l u p f w e s p e n:
- *Encarsia formosa* gegen Weiße Fliegen in Glashäusern,
- *Dacnusa sibirica* gegen Minierfliegen (z.B. *Liriomyza huidobrensis*) in Glashäusern,
- *Diglyphus isaea* gegen Minierfliegen in Glashäusern

R ä u b e r i s c h e G a l l m ü c k e n:
- *Aphidoletes aphidimyza,* eine räuberische Gallmücke gegen Blattläuse (z.B. Baumwollblattlaus oder Grünfleckige Kartoffelblattlaus) in Glashäusern

F l o r f l i e g e n:
- *Chrysoperla carnea* gegen Blattläuse in Glashäusern

R ä u b e r i s c h e B l u m e n w a n z e n:
- *Orion sp.* gegen Thripse (Kalifornischer Blütenthrips) oder Blattläuse in Glashäusern

M a r i e n k ä f e r:
- *Cryptolaemus montrouzieri,* ein Australischer Marienkäfer gegen die Wolllaus in Glashäusern

I n s e k t e n p a r a s i t i e r e n d e N e m a t o d e n:
- *Heterorhabditis sp.* gegen Dickmaulrüssler und Nacktschnecken,
- *Steinernema feltiae* und *S. carpocapse* gegen Dickmaulrüssler- und Trauermückenlarven

P i l z e:
- *Verticillium lecanii* gegen Blattläuse in Glashäusern
- *Metarrhizium anisopliae* gegen Dickmaulrüssler
- *Beauveria spp.,* Pilze gegen Engerlinge (Maikäferlarven), Larven der Kartoffelkäfers
- *Ampelomyzes quisqualis* gegen den Echten Gurkenmehltau in Glashäusern

B a k t e r i e n:
- *Bacillus thuringiensis,* gegen Raupen (Traubenwickler usw.) u.a. Insektenlarven

V i r e n:
- *Granuloseviren* gegen Apfelwickler oder Fruchtschalenwickler.

Die vorhin angeführten nützlichen Organismen sind meist bei der Kontrolle von Schädlingen oder Pflanzenkrankheiten nur kurzfristig erfolgreich wirksam, solange es nämlich die äußeren Umstände (Temperaturen, Luftfeuchte usw.) zulassen. Außerdem sind Nützlinge oft sehr wirtspezifisch. Das bedeutet, dass sie auf ihren Wirt angewiesen sind und ohne diesen nicht überleben können.

1.3.3.2. Natürliche Kontrolle der Schadorganismen

Neben dem biologischen Pflanzenschutz, bei dem, wie bereits erwähnt wurde, nützliche Organismen bewusst gegen schädliche eingesetzt werden, gibt es noch die natürliche Kontrolle von Schadorganismen. Sie beruht darauf, dass man Maßnahmen setzt, um nützliche Organismen, die in einem Biotop schon vorhanden sind (z.B. Raubmilben, Laufkäfer, Marienkäfer, Florfliegen u.a.), zu fördern. Dies geschieht unter anderem durch die Anwendung selektiver (nützlingsschonender) chemischer Pflanzenschutzmittel. (Vergleiche „Ausnützung natürlicher Begrenzungsfaktoren“, Definition des „Integrierten Pflanzenschutzes“) Dadurch ist es beispielsweise möglich, ein schädliches Auftreten der Obstbaumspinnmilbe in Obst- und Weingärten mit Hilfe von Raubmilben (vor allem mit Hilfe der Raubmilbe *Typhlodromus pyri*) zu unterbinden.

Auch im Feldbau verwendet man bei der Blattlausbekämpfung bevorzugt Insektizide, wie das Pirimicarb-Mittel „Pirimor“, die nützliche Insekten, wie Marienkäfer, Schwebfliegen oder Florfliegen, schonen. Unter günstigen Bedingungen frisst ein Marienkäfer täglich 20 bis 40 Blattläuse. Eine Marienkäferlarve verzehrt bis zur Verpuppung 200 bis 700 Blattläuse. Insgesamt beseitigt die gesamte Nachkommenschaft eines Marienkäfers im Idealfall rund 130.000 Blattläuse im Jahr. Allerdings müsste man je Hektar Getreide 500.000 bis 700.000 Marienkäfer freilassen, um Getreideblattläuse ausreichend zu bekämpfen.

1.3.3.3. Einbürgerung von Nützlingen:

Es gibt auch Beispiele, dass Nützlinge erfolgreich eingebürgert wurden, nachdem zuvor die Schädlinge als deren Wirtstiere aus anderen Gebieten (Erdteilen) eingeschleppt worden sind. Das heißt, dass sich die Nützlinge in der neuen Umgebung anpassen und vermehren konnten. Die eingebürgerten Nützlinge übernahmen somit die Funktion der „natürlichen Kontrolle“.

Beispiele für Einbürgerungen von Nützlingen in Mitteleuropa:	
Herkunft der Schädlinge:	*In Mitteleuropa eingebürgerte Nützlinge:*
Blutlaus aus Nordamerika	*Aphelinus mali,* eine Zehrwespe aus Nordamerika
San-José-Schildlaus aus Ostasien (über Nordamerika)	*Prospaltella perniciosi,* eine Zehrwespe aus Nordamerika

1.3.4. Biotechnischer Pflanzenschutz

Unter Technik versteht man die Umsetzung und Nutzung der Naturgesetze. Biotechnik ist die technische Anwendung von Lebensvorgängen.

1.3.4.1. Ausnützung der Sinnesorgane von Schädlingen

- ***Optisch*** durch Farbtafeln oder Farbschalen zum Anlocken und zur Beobachtung (Warndienst) oder Bekämpfung von Schädlingen.

Lockfarbe:	*Insekt:*
gelb	Kirschfruchtfliege, diverse Rapsschädlinge (Rapsstängelrüssler, Kohltriebrüssler, Rapsglanzkäfer), Maiswurzelbohrer, Sattelmücke bei Getreide, Blattläuse, Weiße Fliegen, Minierfliegen, Trauermücken u.a.
orange	Möhrenfliege
weiß	Apfelsägewespe, Pflaumensägewespen, Himbeerkäfer u.a.
blau	Blasenfüße (Thripse) in Glashäusern, Fritfliege (bei Getreide und Mais)

- ***Akustisch*** durch Warnschreie der Vögeln (z.B. Stare im Obst- und Weinbau)
- ***Geschmack*** durch Abhaltemittel (Repellentien)
- ***Geruch*** zum Abhalten von Schädlingen, z.B. durch Verstänkerung (Wildverbissmittel),
  Zum Wegfangen von Schädlingen mit Hilfe von Pheromonen (z.B. Blausieb im Obstbau), Alkoholfallen zum Wegfangen des Ungleichen Holzbohrers im Obstbau u.a.

1.3.4.2.Ausnutzung der Kenntnisse über Lebensvorgänge

Lebensvorgänge werden durch *Hormone* oder *Pheromone* gesteuert.

- ***Hormone*** sind biologisch hochwirksame Stoffe, die im Körperinneren von Drüsen gebildet werden und Lebensvorgänge steuern (z.B. Wachstum, Häutung von Insektenlarven, Verpuppung, geschlechtliche Entwicklung, psychisches Verhalten usw.). Praktische Anwendung als Juvenilhormone, Entwicklungshemmer, Häutungshemmer, Häutungsbeschleuniger usw.

- ***Pheromone*** sind spezifische Botenstoffe (Duftstoffe), die von Tieren an die Umgebung abgegeben werden. Sie dienen der Kommunikation innerhalb einer Art in Form von Signalen. Man unterscheidet zwischen *Sexualpheromonen (Geschlechtspheromonen)*, mit welchen die Weibchen die Männchen anlocken, und *Aggregationspheromonen (Versammlungspheromonen)*, die Artgenossen zu geeigneten Brutplätzen führen. Auch die „Bienensprache“ ist zum Teil auf Pheromone zurückzuführen.

Praktische Anwendung der Pheromone:

Pheromonfallen beim Pflanzenschutzwarndienst (mit Sexualpheromonen),

Wegfangen von Borkenkäfern im Forst (z.B. Buchdrucker, Kupferstecher oder Gestreifter Nutzholzborkenkäfer) mit Hilfe von Pheromonfallen oder durch das Auslegen von geschlägerten, berindeten Fangbäumen in Wäldern. Im Obstbau kann man ein Schadauftreten des Blausiebs mit Hilfe von Pheromonfallen stark vermindern.

Verwirrungstechnik (Konfusionstechnik):
Bei dieser Pflanzenschutztechnik wird eine große Anzahl von Sexualpheromonquellen mit Hilfe spezieller Dispenser (Verdunster) in Pflanzenkulturen (z.B. Obst- und Weingärten) ausgebracht. Die Männchen der Schädlinge (z.B. Apfelwickler, Fruchtschalenwickler, Traubenwickler u.a.) werden zwar angelockt, durch die Vielzahl der Pheromonquellen werden sie aber verwirrt und finden die wirklichen Weibchen ihrer Art nicht mehr. In der Folge unterbleiben Begattungen und Ablagen befruchteter Eier. Die Verwirrungstechnik wird bereits erfolgreich im Obst- und Weinbau durchgeführt.

Attract & kill-Methode (attract, engl. = anlocken, *kill,* engl. = töten*):*
Eine andere Entwicklung der Nutzbarmachung von Pheromonen ist die Methode *Attract & Kill.* Dabei wird eine viskose Paste, die einerseits ein Pheromon, andrerseits ein Insektizid (z.B. Pyrethroide, wie Cyfluthrin oder Permethrin enthält, auf den Pflanzen (z.B. Ästen von Bäumen) aufgebracht. Das Pheromon lockt den Schädling an, gleichzeitig wird er durch das Insektizid abgetötet.

Diese Methode findet auch Anwendung bei der Stallhygiene. Beim Mittel *„Lurectron Fliegenköder“* werden mit Hilfe des Versammlungspheromons *Muscalure* die männlichen und weiblichen Stubenfliegen angelockt und mit Methomyl abgetötet.

1.3.4.3. Selbstvernichtungsverfahren (Autozidverfahren)

autozid = selbst tötend (vernichtend, ausrottend)

Bei dieser Methode werden Schädlinge zur Vernichtung der eigenen Art ausgesetzt. Dies geschieht dadurch, dass man Tiere mit verminderter Fortpflanzungsfähigkeit (Sterilisation durch Bestrahlung oder Chemikalien) freilässt. Da meist vererbbare Eigenschaften beeinträchtigt werden, spricht man auch von einer *genetischen Schädlingsbekämpfung (genetic control).* Eine erfolgreiche Durchführung dieser Methode setzt ein isoliertes Vorkommen von Schädlingen (z.B. Inseln, geschlossene Räume, wie Glashäuser, Lagerräume usw.) voraus.

1.3.4.4. Züchtung widerstandsfähiger (resistenter oder toleranter) Kulturpflanzen

Die herkömmlichen Formen der *Resistenzzüchtung* sind entweder die *Selektionszüchtung* durch ständige Auswahl widerstandsfähiger Pflanzenstämme oder die *Kreuzungszüchtung* durch Einkreuzung von (Wild-)Pflanzen derselben Art, um die Widerstandskraft der Kulturpflanzen gegen Schädlinge oder Krankheiten zu erhöhen. Die Resistenzzüchtung unterliegt einem steten Wettlauf mit der Natur, da sich neue Stämme von Schaderregern herausselektieren können, welche die Resistenz

brechen („Resistenzbrecher“). Dies gilt vor allem für die Selektionszüchtung. Darum verlieren manche Getreidesorten nach einiger Zeit (2 bis 3 Jahren) scheinbar ihre resistenten Eigenschaften.

Durch die ***Gentechnik*** werden neue Möglichkeiten eröffnet. Unter Gentechnik versteht man die Isolierung der Erbinformation eines Lebewesens und deren Einfügung in das Erbmaterial einer anderen Art. Auf diese Weise entstehen *transgene Pflanzen*, die eine zusätzliche Erbinformation enthalten. Äußerlich können solche transgene Pflanzen von den übrigen („normalen“) nicht unterschieden werden. Beispielsweise gibt es bereits Maissorten, die das Toxin des *Bacillus thuringiensis* produzieren können und daher gegen den Maiszünsler oder den Maiswurzelbohrer resistent sind. In Labors gibt es schon Tabakpflanzen, die durch die Übertragung eines Gens aus Erdnusspflanzen gegen den Blauschimmel resistent sind. Der gentechnisch veränderte „golden rice“ (engl.: goldener Reis) produziert Karotin, die Vorstufe des Vitamins A. In Japan gibt es bereits blau blühende Rosen usw.

Die wichtigsten Zielsetzungen der gentechnologischen Forschung auf dem Gebiete des Pflanzenschutzes sind:

- Pflanzen mit verbesserter Widerstandsfähigkeit gegen Schadorganismen.
- Pflanzen mit verbesserter Herbizidresistenz, z.B. Maissorten, die gegen die herbiziden Wirkstoffe Glyphosate oder Glufosinate resistent sind. Beide Wirkstoffe verhalten sich durch einen raschen Abbau sehr günstig in der Umwelt, so dass keine Probleme mit Rückständen in Lebensmitteln oder Verunreinigungen des Grundwassers zu befürchten sind.
- Grundlagenforschung für pflanzliche Abwehr- oder Schutzmechanismen: Viele pflanzenschädigende Pilze, Viren, Insekten oder Nematoden werden nämlich von den Wirtspflanzen durch sogenannte *Elizitoren* (Proteine oder komplex aufgebaute Zuckermoleküle) schon frühzeitig erkannt. In der Folge können sich die Pflanzen manchmal durch natürliche Abwehrreaktionen sehr wirksam vor Schädigungen schützen.

1.3.5. Chemischer Pflanzenschutz

Der Wunsch des Menschen, Kulturpflanzen durch Bestreichen, Bestäuben oder Bespritzen mit bestimmten Präparaten vor Schädlingen oder Krankheiten zu schützen, lässt sich bereits in alten Kulturepochen nachweisen. Die Wurzeln des modernen chemischen Pflanzenschutzes gehen ins 19. Jahrhundert zurück (z.B. Quecksilbermittel, Kupferkalkbrühe). Der eigentliche Durchbruch des chemischen Pflanzenschutzes geschah im Jahre 1939 mit der Entdeckung der insektiziden Wirkung von DDT. Seither hat sich der chemische Pflanzenschutz enorm weiterentwickelt und ist gegenwärtig zur wichtigsten Methode geworden.

Vorteile des chemischen Pflazenschutzes

- *Einfache Anwendbarkeit:* Mit chemischen Pflanzenschutzmitteln und geeigneten Geräten ist es möglich geworden, große Felder oder hohe Baumbestände rasch und wirkungsvoll von Schadorganismen zu befreien.
- *Rasche und sichere Wirkung:* Der chemische Pflanzenschutz machte erst eine kurative Behandlung von Pilzkrankheiten möglich.
- *Preiswürdigkeit:* Vergleicht man die Kosten der mechanischen und der chemischen Unkrautbekämpfung bei Feldfrüchten (Zuckerrüben, Mais u.a.), schneidet meist die Anwendung von Herbiziden günstiger ab.
- *Gute Handelsfähigkeit:* Chemische Pflanzenschutzmittel lassen sich auf Lager legen.

Alternativen zum chemischen Pflanzenschutz müssen unter anderem an diesen Vorteilen gemessen werden.

Diesen Vorteilen verdankt die Bevölkerung in den entwickelten Staaten, dass sie nicht mehr an einem Mangel an Nahrungsmitteln leiden muss. Im Gegenteil, die Ertrags- und Qualitätssicherung mit Hilfe des chemischen Pflanzenschutzes funktioniert so gut, dass in diesen Ländern Lebensmittel meist im Überschuss vorhanden sind. Zu Beginn des 20. Jahrhunderts war ein Mangel an Nahrungsmitteln auch in den heutigen Industriestaaten durchaus noch gang und gäbe. Die ausreichende Versorgung mit qualitativ hochwertigen Nahrungsmitteln ließ die Lebenserwartung in den Industriestaaten rasch ansteigen. Betrug die durchschnittliche Lebenserwartung der Bevölkerung in Österreich um das Jahr 1900 zirka 35 Jahre, ist sie heute auf über 75 Jahre angestiegen.

Nachteile des chemischen Pflanzenschutzes

- *Unerwünschte Nebenwirkungen:* Die chemischen Pflanzenschutzmittel verfügen neben der Giftwirkung gegen Schadorganismen (tierische Schädlinge, Pilze, Unkräuter usw.) auch über unerwünschte Nebenwirkungen (gegen Bienen, nützliche Organismen, Fische, Fischnährtiere usw.).
- *Rückstandsprobleme:* In Lebens- und Futtermitteln sowie im Trinkwasser (Grundwasser) kann es durch die Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel zu unerwünschten Rückständen oder Verunreinigungen kommen.
- *Kompensationskrankheiten oder -schädlinge:* An die Stelle der bekämpften Krankheiten oder Schädlinge können „neue" Arten treten. Durch die Bekämpfung des Apfelwicklers mit breit wirksamen Insektiziden können beispielsweise Probleme mit der Obstbaumspinnmilbe ausgelöst werden. Man spricht dann von „induzierten" (herbeigeführten) Pflanzenschutzproblemen.
- *Resistenzerscheinungen:* Durch die wiederholte Anwendung von Pflanzenschutzmitteln derselben Wirkstoffgruppe können sich widerstandfähige, resistente Stämme von Schadorganismen herausselektieren (z.B. phosphorinsektizidresistente Spinnmilben, triazinresistente Unkräuter, benzimidazolresistenter Apfelschorf usw.).

Die Ausbringung chemischer Pflanzenschutzmittel geschieht in der Regel durch Spritzen, Sprühen, Stäuben, Begasen oder Streuen. Die meisten chemischen Pflanzenschutzmittel werden synthetisch hergestellt. Es gibt auch chemische Pflanzenschutzmittel natürlichen Ursprungs, wie Kupfermittel, Schwefelmittel, Pyrethrum u.a. Chemische Pflanzenschutzmittel können breit oder selektiv wirksam sein.

1.4. Die wichtigsten schädlichen und nützlichen Organismen der Kulturpflanzen

Grundlage für einen erfolgreichen Anbau von Kulturpflanzen ist die Beachtung von Standorteinflüssen, nämlich der Bodenverhältnisse und des (Klein-)Klimas. Manche Schäden an den Kulturpflanzen müssen auf unbelebte, nichtparasitäre Ursachen, z.B. Hitze- oder Kälteschäden (Frost), Hagelschlag, Nährstoffmangel oder -überschuss, falsche Belichtungsverhältnisse, anhaltende Trockenheit oder Nässe, Emissionen u.a., zurückgeführt werden.

Der praktische Pflanzenschutz befasst sich aber primär mit den Erregern von Pflanzenkrankheiten und Schädlingen sowie mit deren natürlichen Gegenspielern. Nachfolgend seien die wichtigsten schädlichen und nützlichen Organismen beschrieben.

1.4.1. Viren

Bei den Viren handelt es sich um unbelebte, obligate Krankheitserreger ohne eigenen Stoffwechsel. Sie sind nur in lebenden Zellen funktions- und „vermehrungsfähig". Viren vermögen den Stoffwechsel im Wirtsorganismus (Wirtspflanze) umzusteuern. Dadurch kommt es zu einer Vervielfachung (scheinbaren „Vermehrung") der Viren.

Viren sind winzig kleine (150 bis 2000 mμ), kugelige, stäbchen- oder fadenförmige, nur in einem Elektronenmikroskop sichtbare Eiweißkörperchen (Nukleoproteine). (1 mμ = 1/1,000.000 mm.) Im Prinzip besteht ein Virus aus einer RNS (Ribonucleinsäure), seltener aus einer DNS (Desoxyribonucleinsäure), – also aus einer Erbinformation, – die von einer Proteinschutzhülle umgeben ist. Es gibt auch Viren ohne eine Proteinschutzhülle. Diese werden als ***Viroide*** bezeichnet.

Die ***Verbreitung*** der Viren erfolgt durch eine passive Übertragung. Bei den Kulturpflanzen geschieht dies häufig durch deren vegetative Vermehrung (Klonung), wie beispielsweise bei der Pflanzkartoffelvermehrung oder in Baum- und Rebschulen. Eine Übertragung durch Samen ist selten. (Die Samenübertragbarkeit eines Virus hängt nämlich von seiner Fähigkeit ab, die Blütenmeristeme während der frühen Differenzierungsstadien zu befallen.) Oft erfolgt die Übertragung mechanisch mit dem Saft verletzter Pflanzen, der an Hackgeräten, am Fell von Tieren, die sich in einem Feld befinden, oder an der Kleidung von Menschen, die auf einem Feld arbeiten, haftet. Weiters können verschiedene saugende Insekten (Blattläuse, Blattflöhe, Zikaden, Thripse, Weiße Fliegen u.a.), Milben oder Nematoden Pflanzen mit Viren (z.B. Scharka-Virus beim Steinobst, Eisenfleckigkeit bei der Kartoffel, Tomatenringfleckenvirus TmRSV, Reisigkrankheit bei der Weinrebe u.a.) infizieren. Der Überträger der Virösen Wurzelbärtigkeit (Rizomania) bei Zucker- oder Futterrüben ist der Pilz *Polymyxa betae,* jener des Tomatenringfleckenvirus der Pilz *Olpidium brassicae* usw. Man bezeichnet

die Überträger als ***Vektoren***. Die Stecklenberger Krankheit bei Weichseln kann wiederum durch Blütenpollen übertragen werden.

Nach der Art und Dauer der Übertragbarkeit durch saugende Schädlinge unterscheidet man zwischen ***nichtpersistenten*** und ***persistenten Viren***:

Bei *nichtpersistenten Viren* reicht bereits eine kurze Saugzeit (oft nur von wenigen Sekunden) durch Blattläuse oder andere Vektoren aus, damit Viren von einer kranken Pflanze aufgenommen und an eine gesunde Pflanze übertragen werden. Dabei bleiben die Vektoren aber nur kurze Zeit infektiös. Zu diesem Virustyp zählen beispielsweise das Y-Virus PVY oder A-Virus PVA der Kartoffel, „nekrotische" Rübenvergilbungsvirus BYV, Rübenmosaikvirus, Kohlschwarzringfleckenvirus, Gurkenmosaikvirus CMV, Wassermelonenmosaikvirus WMV, Zucchinigelbmosaikvirus ZYMV, Wasserrübenmosaikvirus TuMV, Luzernemosaikvirus u.a.

Bei den *persistenten Viren* geschieht die Aufnahme und Übertragung der Viren durch saugende Schädlinge wesentlich langsamer. Dafür kann aber die Weitergabe durch die Vektoren über lange Zeit erfolgen. Aus diesen Gründen kann eine weitflächige Sekundärausbreitung des Virus durch eine Bekämpfung der Vektoren mit Insektiziden durchaus verhindert werden. Zu diesem Virustyp zählen beispielsweise das Blattrollvirus der Kartoffel PLRV, das „milde" Rübenvergilbungsvirus BMYV, das Wasserrübenvergilbungsvirus TuYV, das Gerstengelbverzwergungsvirus BYDV, das Blattrollvirus der Erbse u.a.

Mitunter spricht man auch von *semipersistenten Viren,* deren Verhalten zwischen den beiden oben genannten Gruppen einzustufen ist.

Schadbilder bei Kulturpflanzen:

Geringere Erträge, verminderte Qualität der Ernteprodukte, Wuchsveränderungen (z.B. „Besenwuchs"), Farbveränderungen an Blüten oder Blättern („Mosaik") u.a. Man spricht von ***latenten Viren*** (verborgenen Viren), wenn die Symptome bei bestimmten (Sorten von Kultur-)Pflanzen nicht sichtbar werden. Hingegen sind ***Indikatoren*** Pflanzen, bei denen sich die Symptome von Virosen (Viruskrankheiten) besonders ausprägen. Es kann auch vorkommen, dass Schadbilder der Virosen durch Pflegemaßnahmen (z.B. durch Stickstoffdüngung) oder andere äußere Einflüsse (z.B. Hitze) „maskiert" (verdeckt) werden.

Maßnahmen gegen Viren:

Viren sind bis heute nicht kurativ mit chemischen Mitteln bekämpfbar. Daher sind vorbeugende (präventive) Maßnahmen von großer Wichtigkeit:

- *Virustestungen* mit Indikatorpflanzen (Anzeigerpflanzen) oder mit serologischen und enzymatischen Methoden (z.B. ELISA-Test = **e**nzyme **l**inked **i**mmuno **s**orbent **a**ssay, TPIA = **t**issue **p**rint **i**mmuno**a**ssay-, DBIA = **d**ot-**b**lot **i**mmuno**a**ssay-Nachweisverfahren u.a.).
- *Virusfreimachung* durch Thermotherapie (Wärmebehandlung bei 34° C bis 40° C über einen längeren Zeitraum in eigenen Klimakammern oder Räumen).
- *Chemische Bekämpfung der Vektoren* (Überträger), vor allem bei persistenten Viren.
- Andere *Hygienemaßnahmen,* wie die Desinfektion von Arbeitsgeräten, das Entfernen und Vernichten viruskranker Pflanzen, die Bekämpfung von Unkräutern, die Wirtspflanzen der Viren sein können (z.B. Gänsefußarten als Wirtspflanzen für Rübenviren) usw.
- *Prämunisierung:* Eine weitere Möglichkeit gegen aggressive Viruskrankheiten vorzugehen ist die Prämunisierung. Dabei infiziert man eine Pflanze mit einem wenig aggressiven Virusstamm. In der Folge ist ein Befall durch einen aggressiven Virusstamm nur mehr sehr begrenzt möglich.

Einige Beispiele für wirtschaftlich bedeutende Virosen:

Getreide: Gelbverzwergungsvirus BYDV, Gelbmosaik der Gerste
Zuckerrübe: Vergilbungskrankheit, Wurzelbärtigkeit (Rizomania)
Kartoffel: Y-Virus, Blattrollvirus, Eisenfleckigkeit u.a.
Apfel: Apfelmosaik
Steinobst: Scharka (Pockenkrankheit)
Weinrebe: Reisigkrankheit (Grapevine Fanleaf Virus GFLV)
Kürbisgewächse: Gurkenmosaikvirus, Wassermelonenmosaikvirus, Zucchinigelbmosaikvirus

Diverse Zierpflanzen: Tomatenfleckenvirus, Arabismosaikvirus u.a.)

Viren als „Pflanzenschutzmittel“:

Manche Viren können als Krankheitserreger auch Insekten oder andere Tiere befallen. Zum Teil werden solche Viren schon für Zwecke des Pflanzenschutzes genutzt. Dabei ist es von Vorteil, dass Viren sehr wirtsspezifisch sind.
Beispiele:
Granuloseviren zur Bekämpfung von Apfelwicker und Fruchtschalenwickler im Obstbau
Polyederviren zur Bekämpfung diverser Forstschädlinge

1.4.2. Phytoplasmen (Mykoplasmen, MLO)

Phytoplasmen sind sehr kleine (50-800 nm), vielgestaltige Lebewesen, die zwar eine dünne Membran, aber keine starre Zellwand besitzen. Sie kommen in den Pflanzen nur in den Siebgefäßen (Phloem) vor. Die Überwinterung der Phytoplasmen erfolgt aufgrund der Degeneration der Stamm- und Sprosssiebzellen während der kalten Jahreszeit in den Wurzeln. Die Neubesiedelung der oberirdischen Pflanzenorgane erfolgt im Frühjahr. Aus diesem Grunde sollte man für Untersuchungen primär Wurzelstücke verwenden. Da die Schadbilder der Phytoplasmosen (durch Phytoplasmen verursachte Krankheiten) jenen der Virosen sehr ähnlich sind, wurden früher viele Pflanzenkrankheiten letzteren zugeschrieben.

Ähnlich wie bei den Viren erfolgt die ***Verbreitung*** der Phytoplasmen ebenfalls meist durch Klonung oder durch Vektoren (häufig durch Zikaden).

Maßnahmen gegen Phytoplasmosen:

Eine Behandlung der Phytoplasmosen mit chemischen Pflanzenschutzmitteln ist bis heute nicht möglich. Darum sind vorbeugende Maßnahmen, wie bei den Virosen, notwendig.

Chemische Bekämpfung der Vektoren (Überträger, z.B. Zikaden).

Der *Nachweis* der Phytoplasmen erfolgt in Labors durch fluoriszenzmikroskopische Untersuchungen oder durch die Polymerase-Kettenreaktion (PCR = **P**olymerase **C**hain **R**eaction)

Einige Beispiele für wirtschaftlich bedeutende Phytoplasmosen:

Kartoffel: Stolbur-Krankheit
Apfel: Besentriebigkeit
Birne: Birnenverfall
Weinrebe: Goldgelbe Vergilbungskrankheit (Flavescence dorée MLO)

1.4.3. Bakterien

Bakterien sind einzellige, mikroskopisch kleine Lebewesen, die der Pflanzenwelt zugeordnet werden. Bakterien, die Pflanzen infizieren, haben die Form einfacher, unbegeißelter oder begeißelter Stäbchen. Die Infektionen (das Eindringen in Pflanzen) erfolgen in der Regel passiv, seltener mit Hilfe der Geißeln, über Verwundungen oder durch die Spaltöffnungen der Blätter. In den Pflanzen können sie sich in den Leitbündeln weiter ausbreiten. Auf diese Weise können die Bakterien in Kartoffelpflanzen von der Mutterknolle in die Tochterknollen gelangen.

Bakterien sind zwischen 0,2 und 100 µm groß und können nur mit Hilfe von Mikroskopen beobachtet werden. Die Fortpflanzung erfolgt ungeschlechtlich durch Zellteilung.

Symptome:

Glasige, feuchte Flecken oder schleimige Stellen an Blättern (z.B. Fettfleckenkrankheit der Bohnen), Blüten, Trieben oder Zweigen (z.B. Feuerbrand bei Kernobst),
Schwarzfärbung der Gefäße und Blattadern (z.B. Bakterielle Welke der Tomaten),
krebsartige Wucherungen an Wurzeln oder Trieben (z.B. Wurzelkröpfe bei Weinreben oder Obstgehölzen) usw.
Gegenmaßnahmen:

Pflanzenhygienische Maßnahmen ergreifen:
Gesundes Vermehrungsmaterial (Saatgut und Pflanzgut) verwenden,
kranke Pflanzen entfernen und vernichten (verbrennen), nicht kompostieren,
Wurzelbeschädigungen und andere Verwundungen vermeiden,
Pflanzerde (in Gärtnereien) entseuchen usw.

Unter den chemischen Präparaten weisen die Kupfermittel eine bakterizide (bakterienabtötende) Wirkung auf. Kupfermittel sind Belagsmittel. Sie dringen nicht in die Pflanzen ein und müssen daher vorbeugend angewandt werden. Antibiotika (Streptomycin u.a.) dringen in die Pflanzen ein, sind aber in Österreich zur Behandlung von Bakteriosen (Bakterienkrankheiten) nur in Ausnahmefällen zugelassen (z.B. Feuerbrand im Kernobstbau).

Einige Beispiele für wirtschaftlich bedeutende Bakteriosen:

Obstgehölze, Weinreben: Wurzelkropf (Mauke, Grind)
Kernobst, Cotoneaster, Weißdorn u.a.: Feuerbrand
Kartoffel: Kartoffelschorf, Bakterienringfäule, Schleimfäule, Nassfäule
Tomate: Bakterielle Welke
Gurke: Bakterielle Blattfleckenkrankheit
Bohne: Fettfleckenkrankheit
Begonien, Dahlien, Gladiolen, Lilien, Pelargonien u.a. Zierpflanzen: Rosettengallen

Bakterien als „Pflanzenschutzmittel“:

Bacillus thuringiensis-Präparate zur Bekämpfung von Insektenlarven, vor allem Schmetterlingslarven (Raupen), wie bei Kohlweißling, Traubenwickler, Maiszünsler, Eichenwickler, Lärchenwickler u.a.

1.4.4. Pilze *(Fungi)*

Pilze sind einzellige oder (meist) mehrzellige Organismen. Die mehrzelligen Pilze bestehen aus Zellfäden, den so genannten *Hyphen.* In ihrer Gesamtheit bilden die Hyphen das *Myzel*. Mit Hilfe der Hyphen durchdringen die Pilze das Wirtsgewebe (Pflanzengewebe). Die **Verbreitung** der Pilze erfolgt durch *Sporen*, häufig mit Hilfe des Windes. Man unterscheidet verschiedene Arten von Sporen:

Konidien entstehen vegetativ durch Abschnürungen vom Myzel.
Sporangien entstehen generativ nach Kopulationsvorgängen.
Zoosporen sind mit Hilfe von Geißeln frei bewegliche Sporen primitiver Pilzgruppen (z.B. der „Falschen Mehltaupilze“).
Sklerotien bestehen aus dicht zusammengeballten Myzelfäden und stellen widerstandsfähige Dauerformen dar, die ungünstige Umweltverhältnisse (winterliche Kälte) überstehen können (z.B. Mutterkorn, Sclerotinia-Arten u.a.).

Pilze sind Pflanzen ohne Chlorophyll und können daher nicht assimilieren. Aus diesem Grunde erfolgt ihre Lebensweise saprophytisch oder parasitisch. *Saprophytisch* heißt, dass sie sich von abgestorbenen organischen Substanzen ernähren. *Parasitisch* bedeutet, dass sie lebende Organismen befallen. Parasitische Pilze sind für den Pflanzenschutz von Bedeutung. Manche Pilze machen sowohl eine saprophytische, als auch parasitische Phase durch (z.B. der Apfelschorf: saprophytisch im Herbst und Winter auf dem Falllaub, im Frühjahr und Sommer parasitisch auf den assimilierenden Blättern der Apfelbäume). Manche Pilze leben mit Algen oder höheren Pflanzen in einer *Symbiose*. Darunter versteht man das Zusammenleben von Lebewesen verschiedener Arten zum gegenseitigen Nutzen.

Beispiele für Symbiosen:

Pilze und Knöllchenbakterien bei Schmetterlingsblütlern (Leguminosen),
Pilze und Algen, man spricht von Flechten,
Pilze und Bäume (Baumwurzeln), man spricht von Mykorrhizzen.

Mykorrhiza (griech.: *mykes* = Pilz, griech.: *rhiza* Wurzel):

Mykorrhizen sind „Wurzelpilze“, die mit höheren Pflanzen eine Symbiose eingehen. Die Pilze erhalten von den höheren Pflanzen Kohlehydrate oder Aminosäuren, während sie umgekehrt die höheren Pflanzen mit Wasser, Vitaminen und Mineralsalzen versorgen. In vielen Fällen sind die Mykorrhizen für die höheren Pflanzen unentbehrlich, wie beispielsweise für die Keimung der Samen von Orchideen. Auch für ein Überleben von Pflanzen oberhalb der Waldgrenze (Grasheiden- und Zwergstrauchstufe) sind Mykorrhizen wesentlich beteiligt. Mykorrhizen findet man bei vielen Landpflanzen an. Je nachdem, wie weit sie ins Wurzelgewebe der höheren Pflanzen eindringen, unterscheidet man zwischen *endotrophen* und *ektotrophen Mykorrhizen*. Bei ektotrophen Mykorrhizen dringen die Hyphen zwar bis zur innersten Zellschicht der Rinde der Wurzeln vor, wachsen aber zwischen den Zellen weiter (z.B. bei Kiefern, Fichten, Lärchen, Eichen u.a.). Bei endotrophen Mykorrhizen stoßen die Hyphen bis ins Innere der Zellen vor (z.B. bei Orchideen, Heidekrautgewächsen, Farnen u.a.). Bei der chemischen Behandlung von Pilzkrankheiten bei höheren Pflanzen ist darauf zu achten, dass Mykorrhizen durch Fungizide (chemische Mittel gegen Pilzkrankheiten) nicht geschädigt werden.

Symptome der Mykosen (Pilzkrankheiten):

Die Schadbilder durch Mykosen sind mannigfaltig: Flecken auf Früchten, Blättern oder Trieben, „trockene“ Fäulnis (vergleiche bakterielle Fäulnis), Brand, Welkeerscheinungen usw.

Gegenmaßnahmen:

Kulturtechnische Maßnahmen:
- Richtige Auswahl an Kulturpflanzensorten (resistente oder tolerante Sorten),
- Wahl des richtigen Standortes (Pilze bevorzugen meist windstille, feuchtwarme Standorte),
- Baum- und Rebschnitt (Pilze finden im dichten Laub günstigere Lebensbedingungen vor, da die Blätter nach Regen oder Tau länger nass bleiben),
- Fruchtwechsel im Ackerbau u.a.

Mechanische Maßnahmen:
- Entfernen erkrankter Pflanzen oder Pflanzenteile (z.B. Wegschneiden mehltaukranker Triebe bei Apfelbäumen, Entfernen von „Monilia-Fruchtmumien“ von Obstbäumen) u.a.

Chemische Maßnahmen: Einsatz von Fungiziden

Einige Beispiele wirtschaftlich bedeutender Mykosen (Pilzkrankheiten):

Apfel: Apfelschorf, Apfelmehltau u.a.
Weinrebe: Echter Mehltau, Falscher Mehltau (Peronospora), Grauschimmel
Getreide: Halmbruchkrankheit, Getreidemehltau, diverse Rostkrankheiten
Mais: Stängelbruch, Beulenbrand, Blattfleckenkrankheiten *Helminthosporium spp.*
Kartoffel: Kraut- und Knollenfäule
Zuckerrübe: Cercospora-Blattfleckenkrankheit
Tabak: Blauschimmel
Rose: Rosenrost, Sternrußtau
Fichte: Rotfäule, Wurzelschwamm

Pilze als „Pflanzenschutzmittel“:

Manche Pilze befallen auch lebende tierische Organismen:
Beauveria-Arten zur Bekämpfung von Engerlingen (Maikäfer u.a.),
Metarhizium anisopolae zur Bekämpfung des Gefurchten Dickmaulrüsslers in Glashäusern,
Verticillium lecanii zur Blattlausbekämpfung in Glashäusern.
Coniothyrium minitans (ein Bakterium) gegen Sclerotinia sclerotiorum und S. minor

1.4.5. Samenpflanzen (Unkräuter u.a.)

Die Samenpflanzen stellen die höchst entwickelte Pflanzengruppe dar. Sie sind in Wurzel, Sprossachse (Stängel, Stamm) und Blätter gegliedert und bilden Blüten aus. Nach der Befruchtung entstehen in den Blüten die Samen als Vermehrungsorgane. Manche Pflanzen können sich auch mit Hilfe von Wurzelausläufern vermehren.

Samenpflanzen können die Kulturpflanzen auf verschiedene Weise schädigen:
- *Parasitisch*, indem sie die Nährstoffe aus anderen lebenden Pflanzen entnehmen (z.B. Misteln auf Bäumen, Kleeseide, Sommerwurz u.a.), oder
- als *Unkräuter, Ungräser* oder *Unhölzer*

Unkräuter sind unerwünschte Pflanzen. Der Löwenzahn ist in geringer Menge im Grünland sehr geschätzt. Bei einem Überschreiten einer bestimmten Anzahl von Pflanzen je Flächeneinheit, der Schadensschwelle ist er aber als Platzkonkurrent unerwünscht. Mitunter können auch Kulturpflanzen unerwünscht sein, wie Kartoffeldurchwuchs im Rahmen der Fruchtfolge.

Ungräser sind unerwünschte Gräser. In Kulturpflanzenbeständen zählen beispielsweise der Flughafer, der Windhalm, die Hühnerhirse oder die Quecke zu den unerwünschten Gräsern. Auch Ausfallgetreide ist unerwünscht.

Unhölzer sind unerwünschte, verholzte Pflanzen (z.B. Brombeeren oder Hauhechel im Grünland).

Beikräuter sind Pflanzen, die mit Kulturpflanzen vergesellschaftet vorkommen. Sie können zu Unkräutern werden, wenn die Schadensschwelle überschritten wird. Auf nährstoffreichen, sauren, gut mit Wasser versorgten Böden tritt in Wintergetreide beispielsweise verbreitet der Ackerfrauenmantel auf. Aufgrund seiner geringen Wuchshöhe wird er nur sehr selten zum Unkraut. Er bleibt vielmehr ein Beikraut.

Bei den Unkräutern und Ungräsern unterscheidet man zwischen
- ***Licht- und Platzkonkurrenten:*** Wiesenampfer, Löwenzahn, Pestwurz u.a. im Grünland; Almampfer auf Almen; Huflattich im Getreide; Hühnerhirse, Borstenhirse u.a. im Mais usw.
- ***Nährstoff- und Wasserkonkurrenten:*** Klettenlabkraut, Hederich, Ackersenf, Hühnerhirse u.a. im Ackerland,
- ***Zwischenwirte für Krankheiten und Schädlingen:*** Flughafer u.a. Ungräser als Wirtspflanzen für das Getreidezystenälchen, Schwarzer Nachtschatten für Kartoffelnematoden und Kartoffelkrebs, Ungräser für Halmbruchkrankheiten bei Getreide, Kreuzblütler für die Kohlhernie bei Raps oder Kohlgemüse, Brennnessel und Acker- und Zaunwinde für die Goldgelbe Vergilbungskrankheit (Flavescence dorée MLO) bei Weinreben u.a.
- ***Mechanisierung, Ernte und Produktion (Pflege) behindernde Pflanzen:*** Ackerwinde und Zaunwinde beim Mähdrusch bei Mais; Weißer Gänsefuß oder Zurückgekrümmter Fuchsschwanz (Amarant) bei mechanischer Hackfruchternte; Windhalm bei der Produktion von Mutterkorn (Behinderung der Beimpfung von Roggenblüten), verholzte Pflanzen bei der Mahd im Grünland u.a.
- ***Giftpflanzen:*** Sumpfschachtelhalm, Herbstzeitlose, Hahnenfuß u.a. im Grünland, Kornrade bei Getreide u.a.
- ***Qualitätsmindernde Pflanzen:*** Lauch oder Schafgarbe im Grünlandfutter als „Milchverpester“ (Geschmacksbeeinflussung); Samen des Klettenlabkrautes beim Trocknen von Rapssämereien wegen zu hoher Feuchtigkeit u.a.

Einteilung der Unkräuter nach der Art ihrer Vermehrung:

Samenunkräuter vermehren sich ausschließlich durch Samen:
- *Einkeimblättrige (monokotyle):* Windhalm, Flughafer, Hühnerhirse u.a. Ungräser
- *Zweikeimblättrige (dikotyle):* Klettenlabkraut, Hohlzahn, Taubnessel, Hirtentäschel, Hederich, Klatschmohn, Kamille-Arten, Wicken, Weißer Gänsefuß, Zurückgekrümmter Fuchsschwanz (Amarant), Ambrosie u.a.

Wurzelunkräuter vermehren sich sowohl durch Samen, als auch durch Wurzelausläufer:
- *Einkeimblättrige (monokotyle):* Quecke, Wilde Mohrenhirse (Johnsongras) u.a.
- *Zweikeimblättrige (dikotyle):* Ackerwinde, Zaunwinde, Ackerdistel, Wiesenampfer, Geißfuß u.a.
- *Farnpflanzen:* Ackerschachtelhalm (Farne sind keine Samenpflanzen. Sie bilden keine Samen, sondern Sporen aus.)

Maßnahmen gegen Unkräuter:

Kulturtechnische Maßnahmen: Fruchtfolge, Anbau von Zwischenfrüchten, Abschleppen der Felder vor der Aussaat usw.
Mechanische Maßnahmen: Hacken, Striegeln, Jäten.
Thermische Maßnahmen: Abflammen, Infrarottechnik.
Chemische Maßnahmen: Einsatz von Herbiziden.

1.4.6. Tierische Schädlinge

1.4.6.1. Nematoden (Älchen)

Nematoden sind winzig kleine *Fadenwürmer* (ca. 0,5 mm lang). Die Pflanzen schädigenden Arten leben entweder frei im Boden, in den Wurzeln, Stängel- oder Blattgeweben der Pflanzen.

Schadbilder: Nesterweises Kümmern der Pflanzen ohne äußerlich erkennbare Ursachen. Bei Nematoden, die im Boden frei leben, kommt es bei vielen Pflanzen zu einer übermäßig starken Ausbildung von Haarwurzeln (z.B. „bärtige“ Rüben). Bei Zysten bildenden Nematoden erkennt man an den Wurzeln kleine (ca. 0,8 mm), weißliche bis gelbliche Kügelchen (Zysten), die voller Eier bzw. Larven sind. Die Zysten sind die reifen Weibchen.

Einige Beispiele für Pflanzen schädigende Nematoden:

Blattälchen *(Aphelenchoides*-Arten) an Chrysanthemen, Astern, Dahlien, Farnen, Primeln u.a. Zierpflanzen.
Stängel- oder Stockälchen *(Ditylenchus*-Arten) an Nelken, Hortensien, Zwiebeln, Erbsen, Bohnen, Luzerne, Mais u.a.
Gallenbildende Wurzelälchen *(Meloidogyne*-Arten) an Begonien, Kakteen, Rosen, Stiefmütterchen u.a. Zierpflanzen sowie an Salat, Gurken, Tomaten, Paprika u.a. Gemüsepflanzen.
Wandernde Wurzelälchen *(Pratylenchus-, Paratylenchus-* oder *Rotylenchus*-Arten) an Kernobst (Bodenmüdigkeit), Erdbeeren, Gemüse, Zierpflanzen.
Zystenbildende Wurzelälchen *(Heterodera-, Globodera*-Arten) an Getreide, Kartoffeln, Zuckerrüben, Kohl, Karotten, Kakteen, Ficus usw.

Gegenmaßnahmen:

Kulturtechnische Maßnahmen:
Fruchtwechsel (eventuell sogar „Kampffruchtfolge“ durch den Anbau resistenter Ölrettichsorten im Rahmen der Zuckerrübenfruchtfolge gegen das Rübenälchen), Anbau von Mischkulturen (z.B. mit Tagetes, Asparagus u.a.).
Resistenzzüchtung, Anbau widerstandsfähiger (resistenter) Sorten (z.B. bei Kartoffeln gegen das Gelbe Kartoffelälchen)
Thermische Maßnahmen: Bodendämpfung in Gärtnereien.
Chemische Maßnahmen: Bodenentseuchungsmittel oder Anwendung systemischer Nematizide.

Nematoden als Nützlinge:

Es gibt auch insektenpathogene Nematoden, wie beispielsweise die *Heterorhabditis*-Arten gegen die Larven Pflanzen schädigender Käfer (z.B.: Dickmaulrüsslerlarven, Engerlinge usw.) oder Schnecken.

1.4.6.2. Schnecken

Schnecken können mit ihren Reibzungen (einer Raspel vergleichbar) Löcher in Blätter oder weiche Früchte (z.B. Erdbeeren) schaben. Schnecken sind bevorzugt an feuchten Standorten anzutreffen, da sie ihre Haut nicht vor Verdunstung schützt.

Schadbilder: Lochfraß, Schleimspuren.

Gegenmaßnahmen:
Kulturtechnische Maßnahmen: Beseitigung von feuchten Unterschlüpfen (Erdschollen, Bodenspalten) durch Vorbereitung eines feinkrümeligen Saatbettes im Ackerland.
Mechanisch-physikalische Maßnahmen: Im Kleingartenbereich mit (elektrischen) Schneckenzäunen.
Biologische Maßnahmen: Entenhaltung im Freiland, Schonung von Igeln oder Kröten, Einsatz von *Heterorhabditis*-Arten (Nematoden).
Biotechnische Maßnahmen: Anlockung mit Hilfe von Bierfallen im Kleingartenbereich.
Chemische Maßnahmen: Anwendung von Molluskiziden als Köder- oder Spritzmittel.

1.4.6.3. Milben

Milben zählen zu den Spinnentieren. Milben, die für den Pflanzenschutz von Bedeutung sind, sind sehr klein. Erwachsene Spinnmilben haben beispielsweise eine Körperlänge von etwa 0,5 mm, Gallmilben von etwa 0,15 mm. Sie können daher oft nur mit einer Lupe oder gar nur mit Hilfe eines Mikroskops beobachtet werden. Man unterteilt die Pflanzen schädigenden Milben in *Spinnmilben, Weichhautmilben* und *Gallmilben.*

Schadbilder: Milben schädigen durch Saugen. Diese Saugstellen sind bei Spinnmilben an den Blättern der Kulturpflanzen oft als feine, weiße Pünktchen erkennbar. Bei Weichhautmilben und Gallmilben führen die Saugreize zu Kräuselungen der Blätter oder zur Bildung von Blattgallen.

Gegenmaßnahmen:

Kulturtechnische Maßnahmen: Vermeidung einer Stickstoffüberdüngung.
Biologische Maßnahmen: Gezieltes Freilassen von Raubmilben (z.B. *Phytoseiulus persimilis* in Glashäusern)
Natürliche Kontrolle: Ausnützung natürlicher Begrenzungsfaktoren durch die Verwendung selektiver Pflanzenschutzmittel, die Raubmilben und andere Nützlinge (Blumenwanzen, Kugelkäfer u.a.) schonen.
Chemischer Pflanzenschutz: Anwendung von Akariziden.

Beispiele für wirtschaftlich bedeutende Schadmilben:

Garten-, Zierpflanzen- oder (Beeren-)Obstbau: Gemeine Spinnmilbe (Bohnenspinnmilbe)
Obstbau, Weinbau: Obstbaumspinnmilbe („Rote Spinne“)
Apfel: Apfelrostmilbe u.a.
Johannisbeeren: Johannisbeerknospengallmilbe
Erdbeeren: Erdbeermilbe
Weinbau: Kräuselmilbe, Pockenmilbe

Milben als Nützlinge:

Wie bereits erwähnt wurde, gibt es auch räuberische Milben, die phytophage Milben angreifen. In Erwerbsobst- oder in Weingärten findet man häufig die Raubmilbe *Typhlodromus pyri* an. Dabei handelt es sich um einen sogenannten ***Schutzräuber***. Unter Schutzräubern versteht man Nützlinge, die in einem Biotop auf das Auftreten von Beutetieren (z.B. Spinnmilben) warten. Sie sind keine Nahrungsspezialisten und nehmen, wenn keine Beutetiere vorhanden sind, als Ersatz auch andere eiweißreiche Nahrung (z.B. Pollen oder indifferente Milben) an.

In Glashäusern hat sich das Freilassen der Raubmilbe *Phytoseiulus persimilis* bewährt. Diese Raubmilbe kann von verschiedenen Nützlingszuchtstellen erworben werden.

In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, dass auch die **Spinnen** als Insektenfänger zu den Nützlingen zählen. Netzspinnen bauen Netze und fangen darin ihre Beutetiere. Jagdspinnen lauern ihre Beute auf oder schleichen sich an.

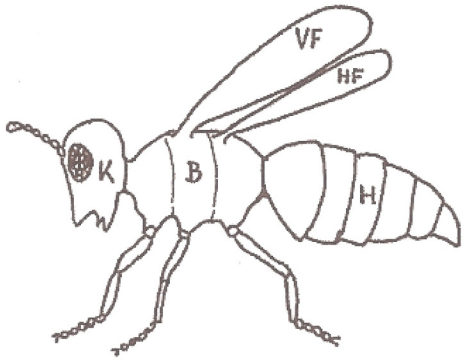
1.4.6.4. Insekten (Kerbtiere, Kerfe)

Insekten sind die artenreichste Tiergruppe unserer Erde. In Mitteleuropa entfallen von den rund 40.000 bekannten Tierarten etwa drei Viertel auf Insekten. Insekten können für die Landwirtschaft als nützliche (z.B. Bienen, Seidenraupen), indifferente oder schädliche Arten von wirtschaftlicher Bedeutung sein.

Der Insektenkörper lässt normalerweise eine deutliche Dreiteilung in Kopf, Brust und Hinterteil erkennen. Adulte (erwachsene) Insekten haben in der Regel an der Brust drei Bein- und zwei Flügelpaare. Der Kopf trägt zwei Facettenaugen und zwei Fühler als Geruchsorgane. Die Atmung der Insekten erfolgt mittels Tracheen. Der Insektenkörper ist von einer starren Chitinhülle, dem Panzer, umgeben. Um wachsen zu können, müssen Insekten während des Larvenstadiums die Chitinhülle mehrmals durch Häutungen erneuern.

Abb.: Schematische Darstellung eines Insektenkörpers:

Dreiteilung in
K = Kopf mit Facettenaugen und Fühlern (Antennen),
B = Brust (Thorax) mit meist 2 Flügelpaaren und 3 Beinpaaren,
H = Hinterteil (Abdomen)



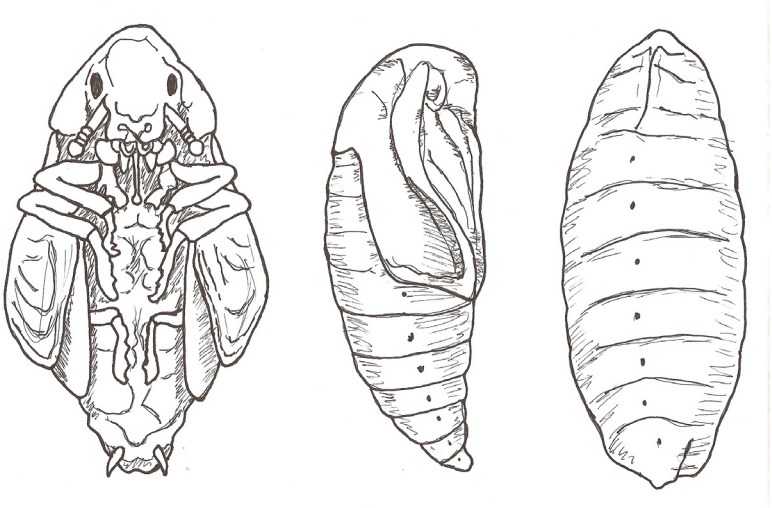
Für den Pflanzenschutz bedeutende Insektenarten sind:

Urinsekten: Springschwänze, Silberfischchen u.a.
Geradflügler: Maulwurfsgrille u.a.
Blasenfüße: Gladiolenthrips u.a. Thripse
Wanzen: Getreidewanzen u.a.
Zikaden: Rosenzikade, Rebzikaden u.a.
Mottenschildläuse: Weiße Fliegen u.a.
Blattläuse, einschließlich der Blattflöhe u.a.
Schildläuse: San-José-Schildlaus, Zwetschkenschildlaus, Kommaschildlaus u.a.
Käfer: Kartoffelkäfer, Schnellkäfer (Drahtwürmer), Maikäfer (Engerlinge), Erdflöhe, Rüsselkäfer u.a.
Netzflügler: Florfliegen u.a.
Zweiflügler: Gallmücken, Fliegen u.a.
Hautflügler: Bienen, Wespen, Ameisen u.a.
Schmetterlinge: Wickler (Apfelwickler), Gespinstmotten, Miniermotten, Weißlinge, Eulen (Erdraupen), Spanner (Frostspanner) u.a.

Im Laufe ihrer **Entwicklung** machen viele Insekten (z.B. Fliegen, Mücken, Bienen, Wespen, Ameisen, Käfer, Schmetterlinge u.a.) eine vollkommene Metamorphose (Verwandlung) vom Eistadium ⇨ Larvenstadium ⇨ Puppenstadium ⇨ Vollkäfer (Imago) durch. Bei den Puppen unterscheidet man drei Grundtypen:

Tönnchenpuppe: Die Puppe befindet sich in der letzten, nicht abgeworfenen Larvenhaut, wie beispielsweise bei den Fliegen. Siehe nachfolgende Abbildung, rechts.
Freie Puppe: Die Extremitäten (Fühler, Mundwerkzeuge, Flügel, Beine) sind frei abstehend und deutlich erkennbar, wie beispielsweise bei den Käfern oder Netzflüglern. Siehe nachfolgende Abbildung, links.
Mumienpuppen: Die Extremitäten sind dicht mit dem Puppenkörper verklebt, wie beispielsweise bei den Schmetterlingen oder Zweiflüglern. Siehe nachfolgende Abbildung, Mitte.
Mitunter sind Puppen von einem schützenden Seidengespinst, dem *Kokon,* umgeben.

Abb.: Puppenformen

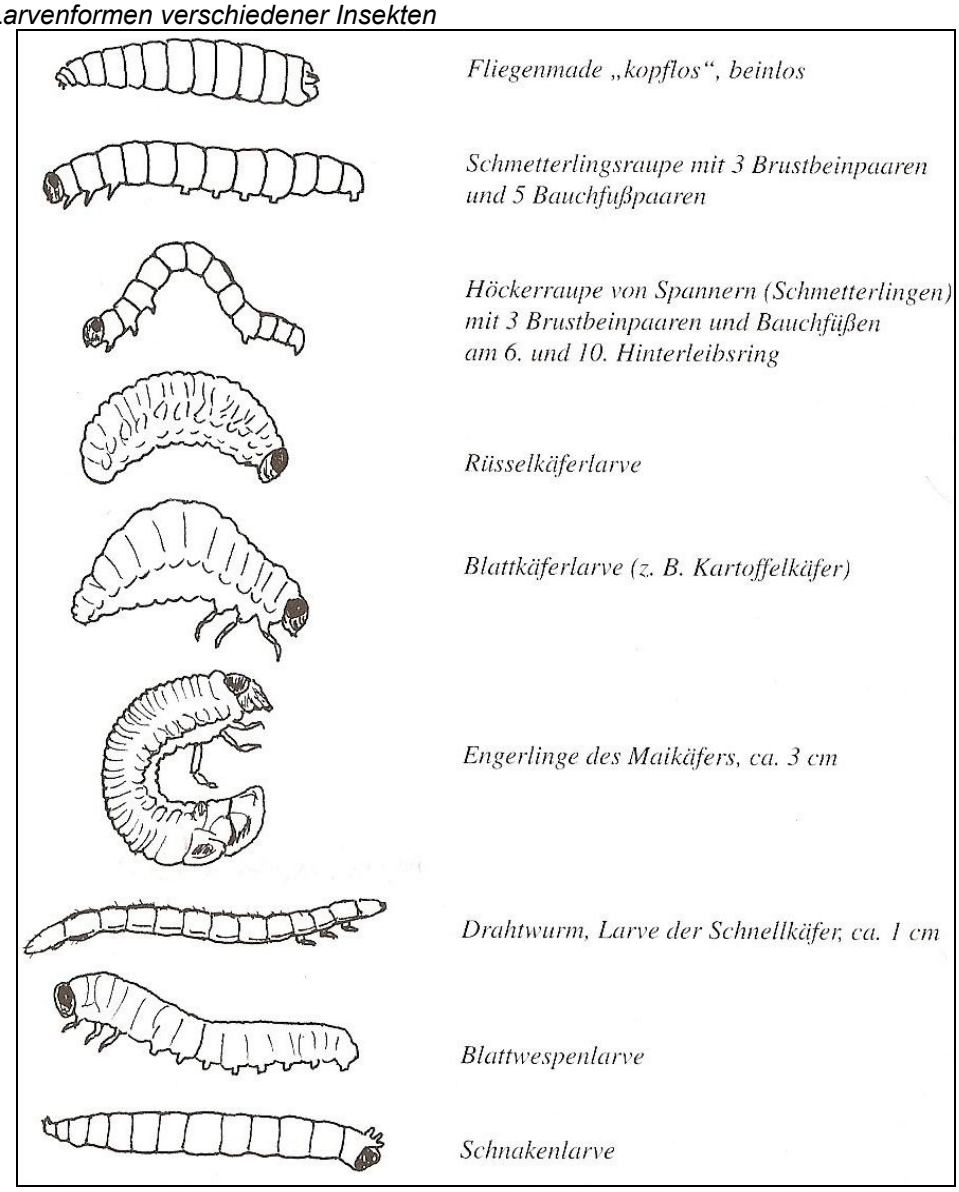


Freie Puppe Mumienpuppe Tönnchenpuppe

Für das Larvenstadium von Insekten mit einer vollkommenen Verwandlung gibt es bei manchen Arten eigene Bezeichnungen:

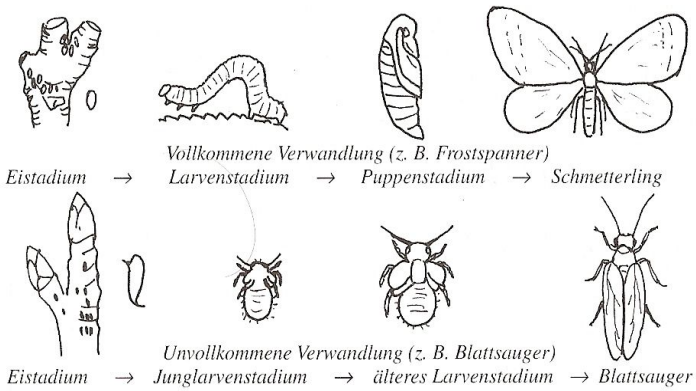
Fliegen:	Maden
Schmetterlinge:	Raupen
Spanner (Schmetterlinge):	Höckerraupen, aufgrund ihrer Fortbewegungsweise. Sie besitzen neben den drei Brustbeinpaaren nur am 6. und 10. Hinterleibsring Bauchfüße.
Maikäfer:	Engerlinge
Schnellkäfer:	Drahtwürmer

Abb.: Larvenformen verschiedener Insekten



Bei Arten mit einer unvollkommenen Verwandlung fällt das Puppenstadium weg (z.B. Blasenfüße, Wanzen, Zikaden, Schaben, Blattläuse, Ohrwürmer, Heuschrecken, Schildläuse, Weiße Fliegen u.a.). Die Entwicklung zum erwachsenen (adulten) Insekt erfolgt allmählich. An den Larven, die man auch als *Nymphen* bezeichnet, erkannt man bereits die Flügelanlagen, die sich mit jeder Häutung weiterentwickeln.

Abbildung: Beispiele für eine vollkommene und unvollkommene Verwandlung von Insekten



Bei einigen Arten ist die Metamorphose nicht deutlich erkennbar, wie bei den Springschwänzen (Collembolen), Silberfischchen u.a.

Insekten können direkt durch Fressen oder Saugen, sowie indirekt als Überträger von Krankheiten (Vektoren, vergleiche Virosen) Schäden an Kulturpflanzen (Wirtspflanzen) verursachen. Der für das Ulmensterben verantwortliche Pilz *Ceratocystis ulmi* wird vom Großen Ulmensplintkäfer übertragen.

Maßnahmen gegen Pflanzen schädigende Insekten:

Die Möglichkeiten der Bekämpfung Pflanzen schädigender Insekten richten sich nach deren Lebensweise (oberirdisch oder im Boden lebende Insekten, im Inneren von Blättern minierende Insekten usw.) und Gewohnheiten (fressende oder saugende Insekten, wirtswechselnde Blattläuse usw.).

B e i s p i e l e:

Kulturtechnische Maßnahmen: Fruchtwechsel (z.B.: Maiswurzelbohrer)
Mechanische Maßnahmen:
Maiszünsler: Feines Zerschlagen (Häckseln) der Ernterückstände des Maises (Stroh und der Stoppeln) vor der Herbstackerung.
Frostspanner: Anlegen von Leimringen um die Baumstämme im Herbst.
Thermische Maßnahmen:
Glasflügler: Verbrennen von befallenem Schnittholz von Obstbäumen oder -sträuchern (Himbeeren, Johannisbeeren)
Biologische Maßnahmen: Siehe Kapitel 1.3.3 Biologischer Pflanzenschutz:
Schonung natürlich vorhandener Nützlinge, Freilassung von Nützlingen (siehe unten), Autozid-Methode,
Anwendung von Bakterien- oder Viruspräparaten
Biotechnische Maßnahmen: Siehe Kapitel 1.3.4 Biotechnischer Pflanzenschutz:
Farbtafeln (Kirschfliege, Weiße Fliege usw.), Lockstoffe, Pheromone, Verwirrungstechnik usw.
Chemische Maßnahmen:
Anwendung von

- Belagsinsektiziden gegen Insekten, die an Blättern fressen, z.B. Kartoffelkäfer(larven), Kohlweißlingsraupen u.a.,
- tiefenwirksamen Insektiziden gegen minierende (im Blattgewebe fressende) Insekten (z.B. Maden der Rübenfliege, Räupchen der Miniermotten u.a.) oder
- systemischen Insektiziden gegen saugende Insekten (z.B. Blattläuse u.a.).
- Saatgutinkrustierungsmitteln gegen Bodenschädlinge (z.B. Drahtwürmer) usw.

Insekten als Nützlinge:

Neben den Bienen oder Seidenraupen, die dem Menschen als Nahrungsmittel- (Honig) oder Rohstofferzeuger (Seide) direkt von Nutzen sind, gibt es auch Insekten, die andere tierische Schädlinge (Insekten, Milben usw.) angreifen und töten. Dabei unterscheidet man zwischen *Räubern (Prädatoren)*, die ihre Beutetiere überwältigen und meist sofort verzehren (z.B. Marienkäfer, Wanzen, Libellen, Florfliegen, Schwebfliegen u.a.), und *Schmarotzern (Parasiten)*, die in oder auf einem Wirt auf Kosten dessen Körpersubstanz leben, ohne ihn gleich abzutöten (z.B. Erz- und Schlupfwespen, Raupenfliegen u.a.)

B e i s p i e l e f ü r n ü t z l i c h e I n s e k t e n	
Nützlinge	*als Gegenspieler von*
Florfliegen *Chrysopidae*	Blattläusen, Spinnmilben u.a.
Raubwanzen *Anthocoridae, Miridae* etc.	Blattläusen, Spinnmilben u.a.
Marienkäfer *Coccinellidae*	Blattläusen, Spinnmilben u.a.
Laufkäfer *Carabidae*	Schmetterlingsraupen oder -puppen, Fliegeneiern, Schnecken, Blattläusen u.a. Insekten
Kurzflügler *Staphylinidae*	Fliegenpuppen
Weichkäfer *Cantharidae*	Schnecken
Leuchtkäfer *Lampyridae*	Schnecken
Räuberische Gallmücken *Honididae*	Blattläusen
Raupenfliegen *Tachinidae*	Raupen

Schwebfliegen *Syphidae*	Blattläusen
Schlupf- *Ichneumonoidae* und Erzwespen *Chaleidoidae*	Schildläusen, Blattläusen, Miniermotten, Weißen Fliegen, Raupen
Ameisen *Formicidae*	Raupen

Bei den nützlichen Insekten handelt es sich um ***Säuberungsräuber***, die erst dann auftreten, wenn Schädlinge (z.B. Blattläuse, Spinnmilben usw.) bereits in größerer Anzahl auf den Pflanzen vorhanden sind. Zum Teil werden Nützlinge in eigenen Labors gezüchtet und den Landwirten (vor allem Gärtnern) zum Kauf angeboten.

1.4.6.5. Wirbeltiere

Unter den Wirbeltieren sind vor allem *Vögel* (Stare, Sperlinge, Tauben u.a.) und *Säugetiere* (Mäuse, Ratten u.a.) als Schädlinge der Kulturpflanzen zu erwähnen. Zum Teil zählen diese Tiere auch zum jagdbaren Wild (Reh, Hase, Wildschwein, Fasan u.a.). Bisamratten unterwühlen Teich-, Bach- und Flussufer oder Uferschutzanlagen. Sie zerstören auf diese Weise das Kulturland.

Maßnahmen gegen schädliche Wirbeltiere:

Mechanische Maßnahmen: Vogelschutznetze, Umzäunen von Obstgärten zum Schutz vor Hasen oder Rehen, Auslegen von Fallen gegen Mäuse und Ratten.
Biologische Maßnahmen: Wiedereinbürgerung des Luchses in den Alpen zur Regulierung des Rotwildbestandes (Rehe, Hirsche). Das Rotwild verursacht im Forst Schäden durch Schälen der Baumrinde oder Verfegen von Jungbäumen.
Biotechnische Maßnahmen: Abspielen der Schreie des Stars oder anderer Tiere, Aushängen von Menschenhaaren (in Form von Kugeln in Netzen) zur Abwehr von Rehen u.a. Wild.
Chemische Maßnahmen: Rodentizide (meist in Form von Ködern) gegen Mäuse und Ratten, Repellentien gegen gegen jagdbare Tiere, Wildverbissmittel u.a.

Wirbeltiere als Nützlinge:

Unter den Wirbeltieren gibt es auch nützliche Arten, die von den Land- und Forstwirten besonders geschützt und unterstützt (z.B. durch das Aufhängen von Nistkästen in Obstgärten, Aufstellen von Sitzstangen für Greifvögel usw.) werden sollen. Manche Nützlinge, wie beispielsweise Enten (gegen Schnecken), Katzen oder der Weiße Amur, ein pflanzenfressender Fisch, werden in der Landwirtschaft gleichzeitig als Haus- oder Nutztiere gehalten.

Beispiele für nützliche Wirbeltiere:	
Nützlinge	*als Gegenspieler von*
Greifvögel, Eulen	Mäusen
Meisen und andere Singvögel	Raupen, Blattläusen, schädlichen Käfern usw.
Enten	Schnecken
Wiesel	Mäusen, Ratten
Katzen	Mäusen, Ratten
Igel	Schnecken, div. Insekten
Spitzmäuse	Schnecken, div. Insekten
Fledermäuse	nachts fliegenden Insekten
Kröten	Schnecken, div. Insekten
Eidechsen, Blindschleichen	div. Insekten
Schlangen	Mäusen
Weißer Amur	Unkräutern in Teichen

2. Integrierter Pflanzenschutz

Alle Pflanzenschutzmethoden weisen Vor- und Nachteile auf. Durch einen integrierten Pflanzenschutz wird versucht, die Nachteile so gering wie möglich zu halten. Die Ursprünge des integrierten Pflanzenschutzes gehen auf die fünfziger Jahre des 20. Jahrhunderts zurück.

2.1. Definition des „integrierten Pflanzenschutzes“

Gemäß dem Pflanzenschutzmittelgesetz, BGBl. I Nr. 60/1997 ist der „*integrierte Pflanzenschutz“ die gezielte Anwendung einer Kombination von Maßnahmen biologischer, biotechnologischer, chemischer, physikalischer, anbautechnischer oder pflanzenzüchterischer Art, wobei die Verwendung chemischer Pflanzenschutzmittel auf das unbedingt notwendige Mindestmaß beschränkt wird, um den Befall durch Schadorganismen so gering zu halten, dass kein wirtschaftlicher Schaden oder Verlust entsteht.*

Nach der fachlichen Definition der FAO versteht man unter dem „integrierten Pflanzenschutz“ ein Programm, das alle Methoden des Pflanzenschutzes, also auch die chemische Methode, in die Entscheidungsfindung einbezieht, wie rasch und nachhaltig gegen Schadorganismen vorgegangen werden kann. Durch ein Abwägen aller Pflanzenschutzmethoden hinsichtlich ihrer ökologischen und ökonomischen Vertretbarkeit wird im gegebenen Falle nach der günstigsten Methode (oder Kombination von Methoden) zur Behandlung von Schadorganismen gesucht. Beim chemischen, mitunter auch beim biochemischen Pflanzenschutz kommt dazu der Gesichtspunkt der toxikologischen Vertretbarkeit.

Um das ökologische Gleichgewicht durch Pflanzenschutzmaßnahmen (vor allem durch chemische Maßnahmen) nicht zusätzlich zu stören, sollen diese nur ergriffen werden, wenn die Schadensschwellen überschritten werden. Gleichzeitig sollen natürliche Begrenzungsfaktoren (Wetter, vorhandene Nützlinge usw.) in die Entscheidungsfindung einbezogen werden.

Definition (laut FAO)	***Erklärungen***
Unter integriertem Pflanzenschutz versteht man ein Verfahren, bei dem **alle** **ökologisch,** **ökonomisch** und **toxikologisch vertretbaren Methoden** verwendet werden,	*kulturtechnischen, mechanisch-physikalischen, biologischen, biotechnischen oder chemischen Methoden,* *die Umwelt betreffend* *die Wirtschaftlichkeit betreffend und* *die Giftigkeit betreffend*
um Schadorganismen unter der **Schadensschwelle** zu halten,	***ökonomische (wirtschaftliche) Schadensschwelle**:* *Kurzfristige Beurteilung der Schäden an den Kulturpflanzen (Feststellung durch visuelle Kontrollen oder mit Unterstützung von Warndiensteinrichtungen)* ***ökologische Schadensschwelle**:* *Langfristige Beurteilung möglicher Schäden an der Umwelt (z.B. durch Quarantänekrankheiten oder -schädlinge), aber auch Auswirkungen von Pflanzenschutzmaßnahmen auf Nützlinge, Bienen, Fische, Fischnährtiere, Bodenfruchtbarkeit, Grundwasserverschmutzung, Bodenerosion usw.*
wobei die Ausnützung **natürlicher Begrenzungsfaktoren** im Vordergrund steht.	*Beachtung des Standortes und der Witterung (Warndienst), Anbau widerstandsfähiger Sorten, Ausnützung von nützlichen Organismen, die in der Natur bereits vorhanden sind (z.B. durch die Auswahl selektiver Pflanzenschutzmittel), usw.*

2.2. Praktische Durchführung eines integrierten Pflanzenschutzes

Vor der Behandlung von Schadorganismen geht man beim „integrierten Pflanzenschutz“ nach folgenden Gesichtspunkten vor:

1. Zuerst wird überprüft, welche Methoden des Pflanzenschutzes im jeweiligen Falle bei der Behandlung eines bestimmten Schädlings, Unkrauts oder einer Pflanzenkrankheit in Frage kommen. Dabei werden alle Methoden als gleichwertig angesehen. Das heißt, dass der chemische Pflanzenschutz nicht ausgeschlossen wird.

2. Danach werden die in Frage kommenden Methoden nach drei Kriterien beurteilt:
   - Nach der Wirtschaftlichkeit (Abschätzung des Schadens einerseits und der Kosten für die Bekämpfung andererseits).
   - Nach den Auswirkungen auf die Umwelt (Boden, Luft und Wasser, gesamte Flora und Fauna). Diese Überlegungen gelten nicht nur für den chemischen Pflanzenschutz, sondern auch für kulturtechnische, mechanisch-physikalische, biologische oder biotechnische Methoden.
   - Nach den toxikologischen Gefahren für Menschen oder Wirbeltiere (Haus- und Wildtiere). Die toxikologischen Überlegungen gelten sowohl für den chemischen, als auch in manchen Fällen für den biotechnischen Pflanzenschutz.

3. Gleichgültig, ob es sich um chemische oder nichtchemische Methoden handelt, kann jede Pflanzenschutzmaßnahme zu einer weiteren Störung des ökologischen Gleichgewichtes führen. Daher sollten Pflanzenschutzmaßnahmen nur dann ergriffen werden, wenn tatsächlich ein wirtschaftlicher Schaden zu befürchten ist. Das heißt, wenn die Bekämpfungskosten (Arbeit und Pflanzenschutzmittel) den zu erwartenden Schaden übersteigen. Eine Ausnahme stellt der kulturtechnische Pflanzenschutz dar, der vorbeugend erfolgt. Von Seiten der Wissenschaft wurden für die Behandlung vieler Schadorganismen **wirtschaftliche Schadensschwellen** erarbeitet. Die Feststellung des Überschreitens der wirtschaftlichen Schadensschwellen erfolgt im Rahmen visueller Kontrollen (Beobachtungen).

   Weniger chemischer Pflanzenschutz bedeutet mehr Kontrollieren und eine intensivere Beschäftigung mit den Kulturpflanzen.

   Visuelle Kontrollen sind aber nicht bei allen Schadorganismen möglich, wie beispielsweise bei den Pilzkrankheiten wegen der viel zu geringen Größe der Sporen. Außerdem kann man erfolgte Infektionen durch Pilzkrankheiten erst nach dem Ablauf der Inkubationszeit erkennen. Viele tierische Schädlinge entziehen sich wiederum einer genauen Beobachtung durch ein Fallenlassen oder durch Flucht (Davonfliegen) bei einer Annäherung. Andere Schädlinge sind wiederum nachts aktiv und halten sich tagsüber in Verstecken auf oder sind durch Tarnfarben kaum auffindbar. In solchen Fällen bedient man sich nach Möglichkeit des **Warndienstes**.

4. Vor der Durchführung von Pflanzenschutzmaßnahmen sollte man weiters **natürliche Begrenzungsfaktoren (Bioregulatoren)** beachten. Dazu einige Beispiele:

   Witterung:
   - Unter 14° C legt der Apfelwickler praktisch keine Eier ab.
   - Unter 13° C und über 28° C gibt es praktisch kein Auftreten des Falschen Mehltaus (Peronosporakrankheit) bei Weinreben. Außerdem benötigt dieser Pilz zum Sporulieren eine Blattnässedauer von mindestens 4 Stunden bei nächtlicher Finsternis.
   - Hingegen benötigt der Echte Mehltau (Oidium) der Weinrebe für Infektionen trockene Blätter bei Temperaturen zwischen 14 bis 29° C. Die relative Luftfeuchte muss gleichzeitig größer als 70 % sein.
   - Die Rapsstängelrüssler (Käfer) verlassen im Frühjahr erst bei einer Bodentemperatur von 6° C ihre in ca. 2 cm Tiefe gelegenen Winterlager.
   - Mit dem Erstauftreten des Rapsglanzkäfers rechnet man ab März bei 13° C. Zum Hauptauftreten kommt es ab 18° C. Außerdem fügt dieser Käfer nur geschlossenen Rapsblüten (durch Aufbeißen) einen Schaden zu.
   - Der Zuflug des Kohlschotenrüsslers setzt erst bei Temperaturen über 20 °C ein.

   Nützlinge:

- Solange das Verhältnis von Raubmilben zu Spinnmilben auf einem Apfelblatt nicht größer als 1:10 ist, kann eine chemische Bekämpfung hinausgezögert werden.
- Schonung von Nützlingen durch die Anwendung selektiver chemischer Pflanzenschutzmittel.

Beispiele für die Wirksamkeit von Nützlingen:

Marienkäfer verzehren während ihrer gesamten Entwicklung im Larvenstadium 200 bis 700 Blattläuse, Erwachsene (Imagines) täglich 20 bis 40 Blattläuse.
Florfliegen (Larven und Imagines) saugen täglich 20 bis 30 Blattläuse aus.
Schwebfliegenlarven vernichten, je nach Alter, täglich 30 bis 100 Blattläuse. Unter idealen Bedingungen kann die Nachkommenschaft einer Schwebfliege im Jahr rund 20 Millionen Blattläuse fressen.

Beispiele für Schadensschwellen (Richtwerte, die örtlichen Erfahrungen angepasst werden müssen):

Schaderreger:	*Schadensschwellen:*
G e t r e i d e:	
Unkräuter	5 % Bedeckungsgrad durch Unkräuter oder 40 Unkrautpflanzen/m² oder 20 Ungräser (Windhalm)/m² oder 30 Unkrautpflanzen + 10 Ungräser/m², jedoch wegen der Erntebehinderung nur je 1 Klettenlabkraut, Ackerwinde, Zaunwinde, Zottelwicke oder 1 anderes, die Getreidepflanzen hinaufkletterndes Unkraut/10 m²
Blattläuse	3-5 Blattläuse je Ähre oder Rispe zur Blütezeit oder bei einem Befall von 70 % der Pflanzen
Getreidehähnchen	10 % der Blattfläche geschädigt oder 1 bis 1,5 Larven je Fahnenblatt
Weizengallmücke	1 Mücke je 3 Ähren bei künstlichem Licht beobachtet
Getreidewickler	35-40 Blattminen je m² gegen Ende der Bestockung
Getreidelaufkäfer	4 frisch geschädigte Pflanzen im Herbst oder 8-10 frisch geschädigte Pflanzen je m² im Frühjahr
Halmbruchkrankheit	20 % Befall im 1- bis 2-Knoten-Stadium
R a p s:	
Rapserdfloh	über 3 Larven im Herbst oder 4-5 Larven im Frühjahr je Pflanze
Rapsglanzkäfer	Winterraps: 6 Käfer je Pflanze, Sommerraps: 2 Käfer je Pflanze am Feldrand vor der Blüte
Rapsstängelrüssler	1 Käfer je 40 Pflanzen oder 2-3 Käfer je Gelbschale
Kohltriebrüssler	5-7 Käfer je Gelbschale
Kohlschotenrüssler	1-2 Käfer je Pflanze
Kohlschotenmücke	1 Mücke je Pflanze
Z u c k e r r ü b e:	
Grüne Pfirsichblattlaus	3 Läuse je 10 Pflanzen
Schwarze Rübenblattlaus	150 Läuse je 10 Pflanzen
Rübenfliege	2 bis 18 Eier oder Larven je nach dem Entwicklungsstadium (2 bis 8 Blätter) der Pflanzen
K a r t o f f e l:	
Kartoffelkäfer	15 Larven je Pflanze
W e i n r e b e:	
Spinnmilbe	
Zeit des Rebschnittes	60 % der Augen mit Eiablage
Dreiblattstadium	30-60 % befallene Blätter
Sommer	40 % befallene Blätter
Traubenwickler	
Heuwurm	30 % befallene Gescheine
Sauerwurm	4 % befallene Trauben
A p f e l:	
Apfelblütenstecher	10-15 Einstiche je 100 Knospen
Fruchtschalenwickler	
Wintergeneration	2 Larven je 100 Fruchtbüschel
Sommergeneration	5-8 Larven je 100 Triebspitzen
Frostspanner	8-10 Larven je 100 Fruchtbüschel

Spinnmilben	
vor der Blüte	10-20 Eier je Eiablagestelle
nach der Blüte	3-5 Milben je Blatt
Frühsommer	10-15 Milben je Blatt
Sommer	15-20 Milben je Blatt
Apfelgrasblattlaus	80 % befallene Blätter zur Blütezeit
Grüne Apfelblattlaus	15 % befallene Triebspitzen
Mehlige Apfelblattlaus	1 % befallene Bäume
Apfelwickler	
1. Generation	1% befallene Früchte
2. Generation	2% befallene Früchte (Einbohrstellen)
G r ü n l a n d:	*Anteil an der Grünmasse:*
Wiesenampfer	1-2 %
Hahnenfuß	5 %
Herbstzeitlose	5 %
Sumpfschachtelhalm	1-2 %
Weißer Germer	1 %
Rasenschmiele	2-3 %
Fadenehrenpreis	5 %
Disteln	10 %
Wiesenknöterich	20 %
Quecke	20 %
Schafgarbe	20 %
Löwenzahn	20 % bei Heunutzung, 30% bei Grünnutzung
Bärenklau	30 % bei Heunutzung, 20% bei Grünnutzung
Wiesenkerbel	30 % bei Heunutzung, 20% bei Grünnutzung
Pestwurz	20 % bei Heunutzung, 10 % bei Grünnutzung

B e i s p i e l f ü r d e n W a r n d i e n s t i m A p f e l b a u:

Tabelle nach *W.D. Mills* als Grundlage für den Warndienst beim Apfelschorf			
Mittlere Temperaturen	Blattnässedauer in Stunden		
C°	Leichte Infektionen	Mittlere Infektionen	Schwere Infektionen
0 - 4	36	44	60
5	32	44	60
6	25	34	51
7	20	28	42
8	18	24	36
9	15	20	30
10	14	19	29
11	12	18	26
12	11,5	16	24
13	11	15	23
14	10	14	22
15	10	13	21
16	9	13	20
17 – 24	9	12	18

B e i s p i e l f ü r d e n W a r n d i e n s t b e i W e i n r e b e n:

Mit den P r i m ä r i n f e k t i o n e n durch den P e r o n o s p o r a – P i l z ist zu rechnen, wenn folgende Kriterien im Frühjahr erfüllt sind. Dabei geht man davon aus, dass überwinternde Sporen vorhanden sind:

1) Die Spaltöffnungen müssen an den jungen Blättern ausgebildet sein. Dieses Kriterium ist in der Regel ab einem Blattdurchmesser von ca. 3 cm erfüllt.

2) Gleichzeitig muss die „Zehnerregel“ zutreffen:

- Die Triebe der Rebstöcke müssen > 10 cm lang herangewachsen sein.
- Die mittlere Temperatur muss > 10 °C betragen.

- Innerhalb von 3 Tagen müssen mehr als 10 mm Niederschlag fallen oder die Bodenoberfläche muss länger als 6 bis 8 Stunden nass sein.
- Gleichzeitig muss starker Wind (wie beispielsweise häufig bei Gewittern) wehen, um die Sporen aufzuwirbeln. Wasserschosser an den Stämmen fördern das Peronosporaauftreten.

Für Sekundärinfektionen durch den Peronospora – Pilz müssen folgende Witterungsverhältnisse zutreffen:

- Es muss nächtlich Finsternis herrschen.
- Während dieser müssen die Blätter (durch Regen) tropfnass sein. Hohe Luftfeuchtigkeit fördert die Dauer der Blattnässe.
- Gleichzeitig muss (zumindest zu Beginn der Blattnässeperiode) eine Temperatur von > 12,5° C herrschen.

2.3. Ökologische Beurteilung der Pflanzenschutzmethoden

Sollen Pflanzenschutzmaßnahmen, gleichgültig ob sie den kuturtechnischen, mechanisch-physikalischen, biologischen, chemischen oder biotechnischen Methoden zugeordnet werden, erfolgreich verlaufen, müssen sie auch biozid, nämlich (Schad-) Organismen abtötend, wirksam sein. Dies bedeutet, dass jede Pflanzenschutzmaßnahme mehr oder weniger stark in einem ökologischen Gleichgewichtszustand eingreift. Aus diesem Grunde müssen alle Methoden des Pflanzenschutzes, wie es nach der Definition des integrierten Pflanzenschutzes vorgesehen ist, ökologisch beurteilt werden.

Beispiele für nachhaltige ökologische Veränderungen durch verschiedene Pflanzenschutzverfahren:

a) Kulturtechnische Verfahren:

- Jeder feldmäßige Anbau von Kulturpflanzen hat seine spezifische Begleitflora. In *Wintergetreide* findet man beispielsweise die Herbstkeimer, wie den Windhalm, in *Sommergetreide* die Frühjahrskeimer, wie den Flughafer, und in *Hackfrüchten* wiederum Wärme bedürftige Unkräuter, wie die Hühnerhirse, den Zurückgekrümmten Fuchsschwanz oder den Schwarzen Nachtschatten. Wird eine bestimmte Kulturpflanze über eine längere Zeit hindurch nicht angebaut, verschwindet auch ihre Begleitflora. (Beispiel: Wird längere Zeit kein Lein [Flachs] kultiviert, verschwindet auch der Leindotter).
- Allein durch eine sachgemäße Fruchtfolge lässt sich ein Schadauftreten durch den Maiswurzelbohrer, Nematoden (Älchen) oder durch die Halmbruchkrankheit bei Getreide hintanhalten.
- Lange Zeit stellte die Resistenzzüchtung die einzige Möglichkeit dar, dem Auftreten von Pilzkrankheiten wirksam zu begegnen.
- Um 1870 wurde die Reblaus aus Amerika nach Europa eingeschleppt, wo sie sich rasch über die verschiedenen Weinbaugebiete ausbreitete. Durch eine einfache kulturtechnische Maßnahme, nämlich durch die Verwendung widerstandsfähiger amerikanischer Unterlagsreben, wurde der europäische Weinbau vor dem Untergang gerettet. Heute hat die Reblaus in Europa keine nennenswerte Bedeutung mehr.

b) Mechanische Maßnahmen:

- In steilen Lagen kann aus ökologischer Sicht das Unkrauthacken (z.B. bei Mais) wegen der Abschwemmung von Erde (Erosion) nachteilig sein.
- Durch die Saatgutreinigung sind heute bestimmte Ackerunkräuter (z.B. Kornrade, Taumellolch oder Roggentrespe) in vielen Gebieten verschwunden.
- Als Folge einer konsequent durchgeführten Saatgutreinigung bei Roggen hat der Mutterkornpilz ganz an Bedeutung verloren.
- Allein durch das sorgfältige Zusammenhäckseln und Unterpflügen des Maisstrohs ist es in vielen Gebieten Mitteleuropas möglich, einer Übervermehrung des Maiszünslers entgegenzuwirken.

c) Biologische Maßnahmen:

- Durch das Freilassen von Lebewesen, die in einem Biotop nicht heimisch sind, kann es zu großen ökologischen Veränderungen kommen. Viele Beispiele zu dieser Problematik sind aus Australien

bekannt, wie die Ausrottung von verschiedenen Kleinbeuteltieren durch Katzen, die von den Siedlern von Europa mitgebracht worden waren, oder die Massenvermehrung der Aga-Kröte, die 1935 aus Hawaii mit der Absicht nach Australien eingeführt worden war, um den Zuckerrohrkäfer biologisch zu kontrollieren.

- Der Weiße Amur, ein vegetarisch lebender Fisch aus Ostasien, kann in stehenden Gewässern einen erwünschten Schilfgürtel und damit Brutplätze für viele Vogelarten gefährden. Daher muss der Weiße Amur nach einer Freilassung wiederum rechtzeitig abgefischt werden. Von Vorteil ist, dass sich der Weiße Amur wegen der zu niedrigen Temperaturen in den mitteleuropäischen Gewässern nicht vermehren kann. Dadurch gerät dieses „biologische Pflanzenschutzmittel“ nicht außer Kontrolle. Die Situation könnte sich aber bei einer zunehmenden Klimaerwärmung ändern!
- Durch die Ausrottung von Raubtieren (Wölfe, Bären, Luchse) ist die Jagd in den Kulturlandschaften notwendig geworden, da sich das Rotwild (Hirsche, Rehe) zu stark vermehren und große Schäden in land- und forstwirtschaftlichen Kulturen anrichten würde.

2.4. Ökonomische Beurteilung der Pflanzenschutzmethoden

Ökonomische Überlegungen werden durch den Verkaufswert bestimmt, der für ein land- oder forstwirtschaftliches Produkt erzielt wird. Beispielsweise wird man die Schadensschwelle für Pressobst viel großzügiger ansetzen als für Tafelobst. Bei Futter- oder Speisekartoffeln wird sich eine Blattlausbekämpfung kaum lohnen. Hingegen wird man bei der Saatkartoffelerzeugung normalerweise um eine Bekämpfung der Blattläuse nicht umhinkommen, da diese gefährliche Virusüberträger sind. Die Durchführung von Pflanzenschutzmaßnahmen wird nur dann sinnvoll sein, wenn die Behandlungskosten geringer sind als der zu erwartende Schaden. Die Höhe der Kosten wird je nach den Pflanzenschutzmethoden, die im speziellen Falle als zielführend angesehen werden, unterschiedlich sein.

Beispiele:
Ökonomische Beurteilung der Methoden zur Bekämpfung des Maiszünslers

Für die Bekämpfung des Maiszünslers gibt es mehrere Pflanzenschutzmethoden:

a) *Mechanisch-physikalisch* durch das Zusammenhäckseln und Unterpflügen der Ernterückstände (Stroh und Stoppeln).
b) *Biologisch* durch die Freilassung der Erzwespe *Trichogramma evanescens.*
c) *Chemisch* mit anerkannten Insektiziden (unterstützt von Warndienstgeräten) mit speziellen Stelzengeräten oder von der Luft aus.
d) *Biotechnisch* durch den Anbau maiszünslerresistenter Maissorten. (Der Anbau genetisch veränderter Maissorten, denen ein Gen eingepflanzt wurde, welches das Toxin des *Bacillus thuringiensis* produziert, wurden 1996 erstmals in den USA zugelassen. Vergleiche Kapitel 1.3.4.4.)

Zu b) Bei der Beschaffung und Ausbringung der Erzwespe *Trichogramma evanescens* kann es zu Versand- und Frachtproblemen kommen. Dabei handelt es sich nämlich um ein „lebendes Pflanzenschutzmittel“, das nur kurze Zeit lager- und handelsfähig ist. Weitere Schwierigkeiten ergeben sich aus der Lebensweise dieser Erzwespe. Sie ist nämlich auf den Verzehr von Schmetterlingseiern spezialisiert. Zum Zeitpunkt der Ausbringung der Erzwespe müssen daher die Maiszünslereier bereits abgelegt worden sein. Dies setzt wiederum einen vorangegangenen warmen Witterungsverlauf voraus. Bei kühler und regnerischer Witterung ist daher der Erfolg dieser biologischen Pflanzenschutzmethode in Frage gestellt. Um diesen Schwierigkeiten vorzubeugen, wird die Ausbringung der Erzwespe zweimal, mit einer Woche Abstand, durchgeführt. Dadurch steigen der Arbeitsaufwand und die Kosten.

Zu c) Wegen der Höhe der Maispflanzen erfordert die Applikation chemischer Pflanzenschutzmittel spezielle Maschinen, wie Stelzengeräte, Hubschrauber oder Flugzeuge. Dies erhöht die Kosten für den Pflanzenschutz. Außerdem ist die aviotechnische Ausbringung von chemischen Pflanzenschutzmitteln in Österreich verboten oder bedarf einer behördlichen Genehmigung.

Zu d) Der Anbau genetisch veränderter Pflanzen ist derzeit in Österreich aus gesetzlichen Gründen nicht möglich.

Fazit, zu a) Sowohl aus ökologischer als auch aus ökonomischer Sicht erscheint somit in den meisten Fällen das Zusammenhäckseln und Unterpflügen des Maisstrohs und der Stoppeln im Herbst als die günstigste Methode der Maiszünslerbekämpfung. In vielen Fällen ist eine Herbstackerung ohnedies vorgesehen. Gleichzeitig werden mit dem Unterpflügen und der darauf folgenden Verrottung der Erntereste des Maises die Fusarium-Pilze auf kulturtechnische Weise erfolgreich mitbekämpft. Daher entfällt auch die Frage der Beachtung der Schadensschwellen und der natürlichen Begrenzungsfaktoren.

Integrierte Behandlung des Apfelschorfs:

a) kulturtechnisch:

- Beachtung des Standortes: Kein Auspflanzen von Apfelbäumen in Stau- oder Nebellagen, damit nasse Blätter nach Regen oder Tau rasch abtrocknen können.
- Sortenwahl: Widerstandsfähige (resistente) Apfelsorten entsprechen aber nicht immer dem Geschmacksempfinden der Konsumenten.
- Ausreichende Pflanzabstände einhalten und Baumkronen locker gestalten, damit nasse Blätter durch den Wind oder durch das Einwirken der Sonnenstrahlen rasch abtrocknen können.
- Mäßige Stickstoffdüngung: Stickstoffdünger regen das Wachstum der Bäume an und fördern den Blütenansatz sowie den Ertrag. Junge Blätter sind aber besonders durch den Schorf gefährdet („Altersresistenz“). Das Ziel ist daher ein „ruhiger Baum“ mit wenig Blatt- und Triebzuwachs während des Sommers.
- Steuerung des Triebwachstums durch Schnittmaßnahmen im Apfelbau. Junge Blätter sind nämlich stärker durch Pilzinfektionen gefährdet.
- Förderung der Verrottung des Falllaubes durch Zerkleinern (z.B. mit Hilfe von Mulchgeräten oder Häckslern). Der Schorfpilz überwintert nämlich zum Teil auf dem Falllaub.
- Möglichst keinen Einsatz von Fungiziden nach der Ernte, um die Verrottung durch Pilze nicht zu hemmen.
- Vor allem keine BCM- oder Kupfermittel zur Spätschorfbekämpfung (Lagerschorf) oder nach der Ernte gegen Baumkrebs einsetzen. Beide Mittelgruppen schädigen Regenwürmer. Regenwürmer sind natürliche Begrenzungsfaktoren für die Entwicklung des Schorfpilzes, da sie während der Vegetationsruhe das Falllaub in ihre Gänge ziehen und dort verzehren. Dadurch wird die Produktion der Ascosporen unterbunden.
- Förderung der Verrottung des Falllaubes durch eine Harnstoffspritzung (20 kg/ha) im Spätherbst. Eventuell noch eine Kalkstickstoffgabe (100-200 kg/ha) im zeitigen Frühjahr, wenn noch viel Falllaub nach dem Winter am Boden vorhanden ist.

b) chemisch:
Durch den Einsatz von Fungiziden mit Unterstützung von Warndienstgeräten

2.5. Integrierter Pflanzenbau

Eine Abgrenzung zwischen kulturtechnischen Pflanzenschutzmaßnahmen und pflanzenbaulichen Anbau- und Pflegemaßnahmen ist nicht möglich.

Sind pflanzenbauliche Kulturmaßnahmen auf eine Optimierung des Ertrages und der Qualität der Früchte bei gleichzeitiger Beachtung eines vorbeugenden Pflanzenschutzes ausgerichtet, spricht man von *integriertem Pflanzenbau.*

Beispiele für pflanzenbauliche Kulturmaßnahmen

- Standortgerechte Sortenwahl,
- Wahl der richtigen Unterlagen im Obst- und Weinbau,
- ausreichende Pflanzabstände,
- lockere (Kronen-) Erziehung bei Obstbäumen,
- Herstellung eines idealen Blatt-Frucht-Verhältnisses durch Fruchtausdünnung im Obst- und Weinbau, durch Ausgeizen im Gemüsebau (z.B. bei Tomaten) usw.,
- Bodenpflege (Ackerung oder Direktsaat im Feldbau, Mulchen oder Hacken im Obst- und Weinbau usw.),
- dem Nährstoffangebot des Bodens angepasste Düngung,
- integrierter Pflanzenschutz usw.

3. Toxikologie und Umweltverhalten der chemischen Pflanzenschutzmittel

Toxikologie ist die Lehre von den Giften und ihren Wirkungen.

3.1. Erklärung des Begriffes „Gift“

Stoffe, die mit den Organen eines Lebewesens schädigende chemische Reaktionen (z.B. Verhinderung von Stoffwechselvorgängen, Veränderungen am Erbgut, Veränderungen in den Zellen, Verätzungen usw.) eingehen, sind giftig. Dabei zeigt sich, dass die Lebewesen sehr spezifisch (arteigen) auf die verschiedenen Stoffe reagieren. Beispiele:

- Für die Menschen sind beispielsweise alle grünen Pflanzenteile der Kartoffel aufgrund ihres Solaningehaltes giftig. Der Kartoffelkäfer trägt beim Fressen der Kartoffelblätter keinen Schaden davon, im Gegenteil, gäbe es in einem Gebiet keinen Kartoffelanbau, müsste der Kartoffelkäfer dort aussterben.
- Auch die Pflanzenschutzmittel zeigen unterschiedliche Wirkungen auf die Lebewesen. Der im Insektizid *Thiodan* enthaltene Wirkstoff *Endosulfan* ist für Bienen relativ gut verträglich, wenn er in Oberflächengewässer gelangt, erweist er sich jedoch als gefährliches Fischgift.
- Die Pyrethroide sind giftig für die Raubmilben, die wichtigsten natürlichen Gegenspieler der Spinnmilben im Obst- und Weinbau. Aus diesem Grunde werden Pyrethroidmittel beim integrierten Pflanzenschutz im Obst- und Weinbau abgelehnt. Im Getreidebau spielen Spinnmilben keine Rolle. Hier sind vielmehr die Blattläuse als Schädlinge von wirtschaftlicher Bedeutung. Viele Pyrethroide schonen die Schwebfliegen, wichtige natürliche Gegenspieler der Blattläuse im Ackerbau. Daher ist die Anwendung der Pyrethroide im Getreidebau anders zu beurteilen.

P.A. Paracelsus (1493-1541) erkannte bereits vor 500 Jahren den Zusammenhang zwischen der Giftigkeit und der aufgenommenen Menge (Dosis) von Stoffen.

„Alle Ding’ sind Gift
und nichts ist ohn’ Gift,
allein die Dosis macht,
dass ein Ding kein Gift ist.

Heute unterscheidet man zwischen
- *akuten* (lat. = heftigen) und
- *chronischen* (griech. = langsam verlaufenden) *Vergiftungen*.

Akute Vergiftungen erfolgen durch eine einmalige Aufnahme eines Stoffes. Die Heftigkeit des Verlaufs der Vergiftung hängt von der *Dosis* ab. Durch chemische Pflanzenschutzmittel akut gefährdet ist der Anwender (Landwirt) beim Zubereiten und Ausbringen der Spritzbrühe.

Chronische Vergiftungen setzen die wiederholte Aufnahme geringer Mengen von Stoffen über einen längeren Zeitraum voraus. Neben der *Dosis* spielt auch die *Einwirkungsdauer* eine entscheidende Rolle. Zu chronischen Vergiftungen könnte es durch die wiederholte Aufnahme von Pflanzenschutzmittelrückständen mit den Lebensmitteln kommen. Um die Konsumenten nicht zu gefährden, hat der Gesetzgeber spezielle Höchstwerte für die Rückstände von Wirkstoffen von Pflanzenschutzmitteln auf oder in Lebensmitteln erlassen. Siehe Kapitel 3.6.

Nach der Definition von P. A. Paracelsus sind eigentlich alle Stoffe, also auch die Lebensmittel, giftig. Bei den Grundnahrungsmitteln kommt es normalerweise zu keinen akuten Vergiftungen, da dazu die aufgenommene Menge nicht ausreicht. Lebensmittel können aber bei übermäßigem Genuss zu chronischen Schädigungen führen (Übergewicht – „Selbstmord mit Messer und Gabel“). Vorsicht vor akuten Vergiftungen durch Lebensmittel ist allerdings bei Menschen geboten, die an Stoffwechselkrankheiten leiden (z.B. Zuckerkrankheit *Diabetes mellitus*). Manche Nahrungsmittel (z.B. Gewürze, Kartoffeln, Bohnen u.a.) können beachtliche Mengen giftiger Stoffe enthalten. Man sollte daher Gewürze (z.B. Kochsalz u.a.) stets maßvoll verwenden. Bei Genussmitteln (z.B. Alkohol) besteht bei übermäßiger Aufnahme durchaus die Gefahr akuter Vergiftungen.

Viele Pflanzen enthalten Giftstoffe zum Schutz vor Angriffen durch natürliche Gegenspieler. Manche Pflanzen sind erst für die menschliche Ernährung geeignet und zu Kulturpflanzen geworden, indem durch Züchtung der Anteil an toxischen Stoffen vermindert worden ist. Ihre Wildformen sind mitunter für den menschlichen Genuss unbekömmlich. Logischerweise werden solche Kulturpflanzen auch von „anderen Schädlingen“ lieber als Nahrungsquelle angenommen.

Neben den akuten und chronischen Vergiftungen bestehen noch andere Möglichkeiten einer Gefährdung der menschlichen Gesundheit durch Gifte:

karzinogene = *kanzerogene Wirkungen* = Krebsgeschwüre auslösend,
onkogene Wirkungen = bösartige Geschwülste auslösend,
mutagene Wirkungen = Erbanlagen verändernd,
teratogene Wirkungen = Missbildungen bei Nachkommen verursachend,
ätzende Wirkungen

3.2. Letale Dosis (LD_{50}), letale Konzentration (LC_{50})

Um Stoffe untereinander vergleichen zu können, hat man als Maßeinheit für ihre Giftigkeit die LD_{50} bzw. die LC_{50} eingeführt. Diese Werte werden im Rahmen von Tierversuchen ermittelt. Bei Vergleichen ist es notwendig zu wissen,

a) bei welchem Tieren (Ratte, Maus, Hund usw.) die Versuche durchgeführt und
b) wie der jeweilige Stoff aufgenommen wurden:
   oral = durch den Mund verfüttert,
   inhalativ = durch Einatmen oder
   dermal = über die Haut.

Im Allgemeinen wird die Ratte als Versuchstier herangezogen.

Unter der **LD_{50}** versteht man die **l**etale (tödliche) **D**osis, bei der **50** Prozent der Versuchstiere sterben.

Erklärung: Der 50-Prozent-Wert ist innerhalb einer Population von Versuchstieren am genauesten. Der 100-Prozent-Wert würde wegen allfällig vorhandener resistenter (widerstandsfähiger) Tiere zu großen Schwankungen unterliegen.

LD_{50} oral, Ratte = mg Wirkstoff oder Formulierung/kg Körpergewicht des Versuchstieres Ratte

Zum Beispiel: LD_{50} oral, Ratte = 10 mg Parathion/kg

Andere Maßangaben sind ppm, ppb, ppt usw.

1 mg/kg = 1 ppm= 1 part per million = 1 Millionstel Teil
1 µg/kg = 1 ppb = 1 part per billion = 1 Milliardstel Teil
1 ng/kg = 1 ppt = 1 part per trillion = 1 Billionstel Teil
1 pg/kg = 1 ppq = 1 part per quadrillion = 1 Billiardstel Teil

1 mg = 1 Milligramm = 1 Tausendstel Gramm
1 µg = 1 Mikrogramm = 1 Millionstel Gramm
1 ng = 1 Nanogramm = 1 Milliardstel Gramm
1 pg = 1 Picogramm = 1 Billionstel Gramm
1 fg = 1 Femtogramm = 1 Billiardstel Gramm
1 ag = 1 Attogramm = 1 Trillionstel Gramm

Bei Flüssigkeiten oder Gasen wird die Giftigkeit eines Stoffes zweckmäßigerweise durch die *LC_{50} (letale Konzentration)* ausgedrückt, wie beispielsweise bei der Feststellung der Giftigkeit von Stoffen gegenüber Fischen oder Fischnährtieren bzw. bei der inhalativen Prüfung (durch Einatmen).

3.3. Einteilung der Chemikalien (Pflanzenschutzmittel) in Giftklassen

Aufgrund des österreichischen Chemikaliengesetzes werden Pflanzenschutzmittelwirkstoffe und deren Formulierungen (wie auch andere Stoffe) verschiedenen Giftklassen zugeordnet. Dabei wird berücksichtigt, wie der jeweilige Stoff vom Menschen aufgenommen werden kann, nämlich oral,

dermal oder inhalativ. Je kleiner der LD_{50}- oder LC_{50}-Wert, desto giftiger ist ein Wirkstoff oder Pflanzenschutzmittel, da schon eine geringe Menge genügt, um eine akute Vergiftung herbeizuführen.

Giftklasse	oral, Ratte	dermal, Ratte	inhalativ, Ratte
Sehr giftig Giftig Gesundheitsschädlich (= mindergiftig)	$LD_{50} \leq 25$ mg/kg $25 < LD_{50} \leq 200$ mg/kg $200 < LD_{50} \leq 2000$ mg/kg	$LD_{50} \leq 50$ mg/kg $50 < LD_{50} \leq 400$ mg/kg $400 < LD_{50} \leq 2000$ mg/kg	$LC_{50} \leq 0{,}5$ mg/l/h $0{,}5 < LD_{50} \leq 2$ mg/l/h $2 < LD_{50} \leq 20$ mg/l/h

Bei den meisten Pflanzenschutzmittelformulierungen liegen heute die LD_{50}- oder LC_{50}-Werte in Bereichen, die für die Anwender und für die Umwelt unbedenklich sind. Dennoch ist grundsätzlich beim Umgang mit Pflanzenschutzmitteln Vorsicht geboten.

Wie bereits erwähnt wurde, enthalten nicht nur die Pflanzenschutzmittel, sondern auch viele andere Güter des täglichen Gebrauchs, wie Genuss- und Nahrungsmittel (vor allem die Gewürze), Desinfektionsmittel, Reinigungsmittel, Medikamente usw., Stoffe mit einer beachtenswerten Giftigkeit.

T o x i z i t ä t s v e r g l e i c h e:

LD_{50}, mg/kg Körpergewicht Ratte, oral	Pflanzenschutzmittel	Haushaltsmittel	Nahrungs- und Genussmittel
5 - 50	Oxydemeton-methyl	Metallreinigungsmittel, Wunddesinfektionsmittel	Nikotin
50 - 500	2,4-D, Dimethoate, Imidacloprid, Pirimicarb	Fleckenentferner, Parfüms	Allylsenföl, Koffein
500 - 5000	CMPP, Dicamba, Fluazifop-P, Metolachlor, Tebuconazol	Schaumbäder, Shampoos, Nagellacke, Aspirin	Cumarin, Menthol, Alkohol (Ethanol), Vanilin
5000 - 15000	Captan, Folpet, Glyphosate, Rimsulfuron	Lippenstifte, Farbstifte	Kochsalz

Damit es beim Umgang mit Chemikalien (Pflanzenschutzmitteln) zu keinen Unfällen kommt, schreibt das Chemikaliengesetz vor, dass Verpackungen, die gefährliche Stoffe beinhalten, deutlich sichtbar mit ***Gefahrensymbolen, Kennbuchstaben* und *Gefahrenbezeichnungen*** gekennzeichnet werden müssen. Weiters muss auf den Verpackungen mit *R-Sätzen (Risikosätzen)* auf besondere Gefahren hingewiesen werden. *S-Sätze (Sicherheitsratschläge)* sollen Personen, die mit Pflanzenschutzmitteln hantieren, vor gesundheitlichen Gefährdungen schützen.

Einige Beispiele für R-Sätze, die auf besondere Gefahren hinweisen:

R 10 Entzündlich.
R 20 Gesundheitsschädlich durch Einatmen.
R 21 Gesundheitsschädlich bei Berührung mit der Haut.
R 24 Giftig bei Berührung mit der Haut.
R 28 Sehr giftig beim Verschlucken.
R 35 Verursacht schwere Verätzungen.
R 36 Reizt die Augen.
R 38 Reizt die Haut.

Einige Beispiele für S-Sätze (Sicherheitsratschläge):

S 2 Darf nicht in Hände von Kindern gelangen!
S 3 Kühl aufbewahren!
S 4 Von Wohnplätzen fernhalten!
S 13 Von Nahrungsmitteln, Getränken und Futtermitteln fernhalten!
S 22 Staub nicht einatmen!
S 29 Nicht in die Kanalisation gelangen lassen!
S 37 Geeignete Schutzhandschuhe tragen!

Beispiele für Kombinationen der R- bzw. S-Sätze:

R 27/28	Sehr giftig bei Berührung mit der Haut und beim Verschlucken.
R 36/37	Reizt Augen und Atmungsorgane.
S 1/2	Unter Verschluss und für Kinder unzugänglich aufbewahren!
S 20/21	Bei der Arbeit nicht essen, trinken und rauchen!

G i f t b e z u g u n d -a b g a b e:

Daneben gelten gemäß dem Chemikaliengesetz 1996, BGBl. I Nr. 53/1997, für giftige und sehr giftige Pflanzenschutzmittel strenge Bezugs- und Abgabevorschriften. Um eine ***Giftbezugsbewilligung*** kann nur angesucht werden, wenn

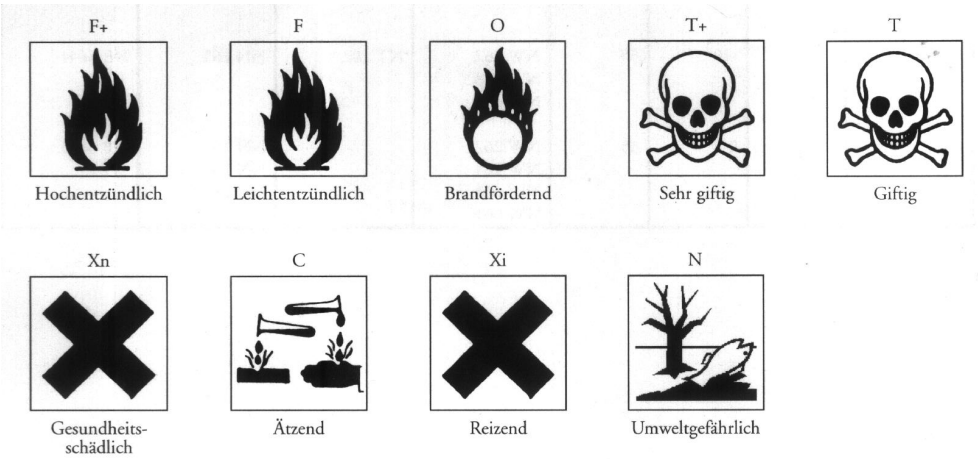
- der Bewerber das 19. Lebensjahr vollendet hat
- eigenberechtigt ist,
- sachkundig ist,
- verlässlich ist und
- die Notwendigkeit für die Verwendung eines Giftes glaubhaft machen kann.

Sachkundig ist der Antragsteller, wenn er nicht nur über Kenntnisse über die Anwendung der Pflanzenschutzmittel (siehe Landwirtschaftliche Chemikaliengesetze der Länder), sondern auch über Kenntnisse über Maßnahmen der Ersten Hilfe im Vergiftungsfalle und der Unfallverhütung (gemäß der Giftverordnung 2000 des Bundes, BGBl. II Nr. 24/2001, verfügt.

Die ***Giftbezugsbewilligung*** ist bei jener Bezirksverwaltungsbehörde einzuholen, wo der jeweilige land- oder forstwirtschaftliche Betrieb gelegen ist. Bei der Giftbezugsbewilligung unterscheidet man zwischen dem ***Giftbezugsschein*** und der ***Giftbezugslizenz***. Der Giftbezugsschein gilt für einen einmaligen Bezug einer bestimmten Menge eines oder mehrerer Gifte und hat eine Gültigkeit von maximal drei Monaten. Die Giftbezugslizenz berechtigt zu einem mehrmaligen Bezug einer unbestimmten Menge eines oder mehrerer Gifte und hat eine Gültigkeit von maximal fünf Jahren. In begründeten Fällen kann die Gültigkeitsdauer auch verkürzt werden. Weiters kann eine bestimmte Menge des Giftbezugs festgelegt werden.

Über die Herstellung, Verbringung und den Erwerb von Giften müssen gemäß dem Chemikaliengesetz des Bundes kalendarisch fortlaufende Aufzeichnungen über die Art, Menge, Herkunft und den Verbleib geführt werden. Diese Aufzeichnungen müssen sieben Jahre lang aufbewahrt werden. Gemäß dem Chemikaliengesetz 1996 ist die Verwendung sehr giftiger und giftiger Pflanzenschutzmittel von der Aufzeichnungspflicht ausgenommen, wenn sie ausschließlich im eigenen land- und forstwirtschaftlichen Betrieb erfolgt. Allerdings ist zu beachten, dass es in manchen Bundesländern eigene gesetzliche Bestimmungen geben kann, die eine andere Aufzeichnungspflicht bei der Verwendung von Pflanzenschutzmitteln vorschreiben.

G e f a h r e n s y m b o l e, K e n n b u c h s t a b e n u n d G e f a h r e n b e z e i c h n u n g e n f ü r C h e m i k a l i e n (P f l a n z e n s c h u t z m i t t e l)



3.4. Verhalten chemischer Pflanzenschutzmittel in der Umwelt

Pflanzenschutzmittel sind „biozide“ Stoffe, die in der land- oder forstwirtschaftlichen Praxis gegen bestimmte Gruppen von Lebewesen (Unkräuter, Insekten, Pilze usw.), die direkt oder indirekt die Kulturpflanzen schädigen, eingesetzt werden. „Biozid“ bedeutet wörtlich übersetzt „Leben abtötend“. Es könnte also auch der Mensch durch manche chemische Pflanzenschutzmittel gefährdet sein, wenn er mit ihnen sorglos umgeht oder frisch behandelte Früchte isst.

Die überwiegende Anzahl von Pflanzenschutzmitteln ist im Freiland nur wenig stabil. Pflanzenschutzmittel unterliegen nämlich einem *Metabolismus*. Darunter versteht man eine Umwandlung in andere Stoffe. In der Praxis des chemischen Pflanzenschutzes kommt der Metabolismus einem Abbau (Zerfall) der Präparate gleich, der durch äußere Einflüsse ausgelöst wird. In der Regel sind die entstehenden *Metaboliten* (Umwandlungs-, Zerfallsprodukte) nicht mehr toxikologisch relevant. Das bedeutet, dass mit dem Zerfall die Wirkstoffkonzentration abnimmt und gleichzeitig die toxische (biozide) Wirkung eines Pflanzenschutzmittels verloren geht.

Meist handelt es sich bei den Pflanzenschutzmitteln um organische Stoffe handelt, die letztendlich zu Kohlendioxid, Ammoniak, Wasser, Phosphaten usw. abbauen.

Beispiele für Faktoren, die den Metabolismus auslösen:

Chemische Reaktionen mit Bodenteilchen, Sauerstoff (Oxidation) oder Wasser (Hydrolyse), abhängig vom pH-Wert usw.
Fotolyse: Zersetzung durch die Einwirkung des Lichtes (UV-Licht). Das UV-Licht der Sonne ist in Glashäusern stark vermindert!
Biologischer Abbau: Enzymatisch in Tieren oder Pflanzen und durch deren Wurzelausscheidungen (z.B. Zersetzung von Atrazin- oder Sylfonylharnstoff-Mitteln durch die Maispflanze). Enzyme oder Fermente sind den Stoffwechsel regulierende Substanzen in Lebewesen.
Mikrobieller Abbau: Enzymatisch durch Mikroorganismen im Boden. Je belebter und tätiger ein Boden ist, umso rascher erfolgt der Abbau der Pflanzenschutzmittelwirkstoffe.
Physikalische Einflüsse: Temperatureinwirkungen (Thermolyse) u.a.

Weitere Faktoren, die die Wirkstoffkonzentration in oder auf Pflanzen scheinbar vermindern, aber keinen Metabolismus darstellen, sind die *Adsorption* an Bodenteilchen (Humus)*, Abwaschung, Auswaschung* in tiefere Bodenschichten und *Verdampfung* von chemischen Pflanzenschutzmitteln. Bei der Auswaschung in tiefere Bodenschichten ist allerdings zu beachten, dass Spuren der Pflanzenschutzmittelwirkstoffe ins Grundwasser bzw. Trinkwasser gelangen können.

Adsorption: Darunter versteht man eine physikalische Bindung von Wirkstoffen an die Oberfläche von Tonmineralien oder Humusteilchen, also an Bodenbestandteile mit einer sehr großen Oberfläche. Durch die Verwitterung von Tonteilchen oder durch die Mineralisierung des Humus können diese Wirkstoffe wiederum freigesetzt werden *(Desorption).* Dies hat aber nur eine Bedeutung bei persistenten Stoffen. Die Adsorption erklärt auch die schlechte Wirkung von Bodenherbiziden bei humusreichen Böden.

Abwaschung durch Niederschläge: Um der Abwaschung entgegen zu wirken, enthalten manche Pflanzenschutzmittel Haftmittel.

Auswaschung in tiefere Bodenschichten oder ins Grundwasser, in Abhängigkeit von der Wasserlöslichkeit, Adsorptions-/Desorptionskonstanten und der Stabilität der Wirkstoffe in der Umwelt. Durch die Auswaschung besteht die Gefahr einer Kontamination (Verunreinigung) des Grund-/Trinkwassers. In tieferen Bodenschichten ist der Sauerstoffgehalt der Luft stark vermindert. Dadurch ist die Möglichkeit eines aeroben, mikrobiellen Abbaues stark vermindert.

Verdampfung: Die Verdampfung ist abhängig vom Dampfdruck der Wirkstoffe, von den herrschenden Temperaturen (Witterung) sowie von den physikalischen Eigenschaften der Boden- und Pflanzenoberfläche.

Beim Abbau zeigt ein jeder Wirkstoff ein eigenes Verhalten. Das Maß für die Abbaugeschwindigkeit ist der *DT_{50}-Wert* (*DT = disappearance time*, engl. = Zeit des Verschwindens). Dieser Wert gibt jenen Zeitraum an, in welchem ein Wirkstoff zu 50 Prozent verschwunden ist. Langsam abbauende Stoffe mit einem DT_{50}-Wert von mehr als 3 Monaten werden als ***persistent*** bezeichnet.

Persistente Wirkstoffe sind unerwünscht:

- Persistente Stoffe können sich bei wiederholter Anwendung auf / in Früchten oder im Boden kumulieren (z.B. Kupfermittel im Boden).
- In Nahrungsketten können sich persistente Stoffe immer mehr anreichern und beim letzten Glied Schäden verursachen (z.B. Plankton ⇨ kleine Fische ⇨ größere Fische ⇨ Wasservögel). Auch der Mensch steht am Ende einer Nahrungskette (Muttermilch!).
- In Lebensmitteln können persistente Stoffe unerwünschte Rückstände hinterlassen.
- Bei persistenten Herbiziden besteht das Problem der *Nachbauwartefristen* für andere Kulturpflanzen im Rahmen der Fruchtfolge. Nachbauwartefristen sind kulturpflanzenspezifisch. Zu Schwierigkeiten mit den Nachbauwartefristen kann es kommen, wenn es durch äußere Umstände (Hagel, Frost, Schädlingsbefall u.a.) notwendig wird, ein Umackern eines Kulturpflanzenbestandes, der zuvor mit einem persistenten Herbizid behandelt worden war, in Erwägung zu ziehen. Sind beispielsweise durch Auswinterungsschäden im Frühjahr weniger als 30 Winterrapspflanzen je m² vorhanden, ist ein Umbruch der Kultur meist zweckmäßig.

Nachbauwartefristen bei Rapsherbiziden (Zum Teil sind diese Mittel nicht mehr im Handel erhältlich.)		
Präparat (Wirkstoff)	*normale Nachbauwartefrist*	*Kulturpflanzen, die bei einem vorzeitigen Umbruch des Winterrapses ohne Einhaltung einer Wartezeit nachgebaut werden können*
Devrinol 50 WP (Napropamid)	4-6 Monate	Sommerraps, Paprika, Tomaten, Kohlgemüse, Kartoffel
Elancolan (Trifluralin)	4-6 Monate	Sommerraps, Paprika, Tomaten, Kohlgewächse
Kerb 50 W (Propyzamid)	2-4 Monate	Alle Kulturen außer Getreide, Mais, Sorgum oder Zuckerrüben
Cresopur (Benazolin)	6 Wochen	Keine besonderen Nachbauprobleme
Reglone (Diquat)	1 Woche	Keine Nachbauprobleme

Nachbauwartefristen müssen auch beachtet werden, wenn in Getreidebeständen, die bereits mit einem Herbizid behandelt worden sind, Klee oder Luzerne eingesät werden soll:

Nachbauwartefristen bei Herbiziden für Kleeuntersaaten in Getreide:	
Präparat (Wirkstoffe)	*Nachbauwartefrist für Kleeuntersaaten*
Wuchsstoffherbizide	1,5 Monate
Ätz- und Kontaktherbizide: Oxytril (Ioxynil+Bromoxynil) Trio (Pyridate+Ioxynil+Bromoxynil) Super Barnon (Flamprop-isopropyl) Illoxan (Diclofop-methyl)	2 bis 3 Tage

Mitunter ist ein etwas langsamerer Abbau von Herbiziden nicht unerwünscht. Beispielsweise soll ein Vorauflaufmittel in Maiskulturen vom Anbau (= frühester Zeitpunkt der Anwendung) bis zum Blattschluss wirksam bleiben. Das sind zirka zwei Monate.

Klassische Beispiele für persistente Stoffe sind DDT oder Atrazin, die für den Pflanzenschutz in Österreich nicht mehr zugelassen sind. Der moderne Pflanzenschutz wendet sich von den persistenten Wirkstoffen ab.

Rasch abbauende (nicht persistente) Wirkstoffe vermindern das Rückstandsproblem bei Nahrungsmitteln. Sie sind nur kurz wirksam, wodurch zuwandernde Säuberungsräuber (Nützlinge) bald nach der Anwendung der Pflanzenschutzmittel nicht mehr gefährdet sind.

3.5. Wartezeit

Unter der Wartezeit (Wartefrist, Karenzzeit) versteht man jene Zeitspanne, die zwischen der letzten Anwendung eines Pflanzenschutzmittels und der Ernte der Kulturpflanzen eingehalten werden muss. Die Wartezeit bezieht sich somit auf den Zeitpunkt der Ernte und nicht auf den Zeitpunkt des Verzehrs (Genusses) der Pflanzen(teile) als Lebensmittel!

Beispiel: Winteräpfel werden im Herbst geerntet, aber oft erst nach mehreren Monaten Lagerung gegessen. Im CA-Lager erfolgt ein langsamerer Abbau der Wirkstoffe als im Freiland. (CA bedeutet *kontrollierte Atmosphäre:* Kühle Temperaturen, herabgesetzter Sauerstoffgehalt der umgebenden Luft, daher auch verringerter Stoffwechsel der Früchte [= verringerter enzymatischer Abbau], kein UV-Licht, keine Abwaschung oder Verdampfung usw.)

Während der Wartezeit zerfällt der Wirkstoff eines Pflanzenschutzmittels, bis die Dosis nicht mehr ausreicht, Menschen oder Haustiere, die die behandelten Kulturpflanzen oder die daraus gewonnenen Lebensmittel zu sich nehmen, in irgendeiner Form zu gefährden. In der Regel haben persistente Wirkstoffe eine längere Wartezeit als kurzlebige.

Oft werden durch den Gesetzgeber die Wartezeiten aufgrund der *guten landwirtschaftlichen Praxis* durch zusätzliche Sicherheitsspannen verlängert. Dadurch ergeben sich für verschiedene Anwendungen bei Kulturpflanzen unterschiedliche Wartezeiten. Die Wartezeit stellt daher kein Maß für die akute Giftigkeit und Dauer der Wirksamkeit eines Pflanzenschutzmittels dar.

Beispiel für unterschiedliche Wartezeiten bei Kulturpflanzen anhand des Präparates „Karate mit Zeon-Technologie“ (Lambda-Cyhalothrin):

Wartezeiten	*Kulturen*
3 Tage	Auberginen, Erdbeeren, Gemüsepaprika, Gurke, Kürbis-Hybriden, Patison, Tomaten, Zucchini
7 Tage	Blattkohle, Bleisellerie, Brombeere, Buschbohne, Endivien, Erbse, frische Kräuter, Futtererbse, Himbeere, Hülsengemüse (trocken), Karfiol, Kopfkohle (Weiß-, Rotkraut, Rosenkohl, Wirsing), Lupine, Pferdebohne, Salate, Vogerlsalat
14 Tage	Gemüsefenchel, Hopfen, Johannisbeeren, Kamille, Kartoffel, Knollensellerie, Kohlrabi (Gewächshaus), Kren, Radieschen, Rettich, Ringelblume, Rote Rübe, Spinat, Melisse, Minze-Arten, Kohlrübe, Pastinak, Speiserübe, Stachelbeere, Wurzelpetersilie, Schwarzwurzel
21 Tage	Zwiebelgemüse, Vogerlsalat (Gewächshaus)
28 Tage	Futter- und Zuckerrübe, Speisezwiebel, Porree
35 Tage:	Hafer, Roggen, Triticale, Weizen
56 Tage	Lein, Raps, Senf-Arten

Neben der Wartezeit kann der Gesetzgeber noch weitere *Gebote* und *Verbote* bei der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln erlassen.

3.6. Höchstwert

Unter dem *Höchstwert* versteht man im Pflanzenschutz jene Menge einer Verunreinigung durch ein chemisches Pflanzenschutzmittel, die in oder auf einem Lebensmittel vorhanden sein darf. Die Höchstwerte für Pflanzenschutzmittelrückstände werden in Österreich aufgrund des Lebensmittelgesetzes in Verordnungen festgelegt.

Höchstwerte im Zusammenhang mit Lebensmitteln gibt es aber nicht nur für Pflanzenschutzmittelrückstände, sondern auch für andere Stoffe (z.B. Schwermetalle, Mykotoxine usw.). Höchstwerte gelten auch für andere Lebensbereiche (z.B. SO_2- oder NO_x-Gehalt der Atemluft, Strahlenbelastung durch radioaktive Substanzen, Lärmbelästigung usw.)

Die Höchstwerte für Pflanzenschutzmittelwirkstoffe werden aufgrund von Tierversuchen ermittelt. Sie sind mit Sicherheitsfaktoren ausgestattet.

Die Ermittlung des Höchstwertes für Pflanzenschutzmittelwirkstoffe geschieht nach folgendem Schema:

a) Prüfung der akuten, subakuten, subchronischen und chronischen Toxizität an zwei Säugetierarten: Nager (z.B. Ratte) und Nichtnager (z.B. Hund). Aufgrund der subchronischen und chronischen Toxizität wird der *no observable effect level (NOEL* oder die nicht erkennbare wirksame Höchstdosis) festgestellt. Der *NOEL-Wert* wird wie folgt angegeben:

NOEL: mg Wirkstoff / kg Körpergewicht Tier / Tag

b) Für die weitere Beurteilung eines Stoffes, nämlich zur Berechnung des *ADI-Wertes (= acceptable daily intake* = höchste annehmbare Tagesdosis) wird der NOEL-Wert des empfindlichsten Tieres herangezogen. Der *ADI-Wert* wird wie folgt ausgedrückt:

ADI-Wert: mg Wirkstoff / kg Mensch / Tag

Der ADI-Wert gibt jene Menge eines Stoffes an, welche im Laufe eines Menschenlebens täglich mit der Nahrung aufgenommen werden darf, ohne dass gesundheitliche Schäden auftreten. Bei der Berechnung des ADI-Wertes werden Sicherheitsfaktoren berücksichtigt. Liegen für die Feststellung des NOEL-Wertes nur subchronische Untersuchungen vor, beträgt der Sicherheitsfaktor das 1000- bis 2000-fache. Beruht der NOEL-Wert auf chronischen Untersuchungen, ist der ADI-Wert mit 100-facher Sicherheit ausgestattet.

c) Durch Berücksichtigung eines durchschnittlichen Körpergewichtes eines erwachsenen Menschen von 70 kg und der täglichen Verzehrmenge von 0,4 kg an pflanzlichen Lebensmitteln erhält man den *permissible level* (die duldbare Fremdstoffmenge oder Rückstandsmenge), ausgedrückt in:
permissible level: mg Wirkstoff / kg Lebensmittel

Berechnung des *permissible level:*

$$\textbf{permissible level} = \frac{\textbf{ADI x 70}}{\textbf{0,4 kg Tagesverzehr}}$$

d) Aufbauend auf die *gute landwirtschaftliche Praxis (good agricultural practice),* wird der *permissible level* mit weiteren, mehr oder weniger großen Sicherheitsfaktoren ausgestattet. Auf diese Weise erhält man den *Höchstwert (permitted level* = geduldete Fremdstoffmenge), ausgedrückt in:

Höchstwert: mg Wirkstoff / kg Lebensmittel

Aufgrund der *Ess- und Lebensgewohnheiten* sowie der *guten landwirtschaftlichen Praxis* kann es unterschiedliche Höchstwerte für Lebensmittel geben.

Beispiel: Höchstwerte für Benzimidazole (Benomyl, Thiophanate-methyl, Carbendazim,), BGBl. Nr. 747/1995:

5,0 mg/kg	Zitrusfrüchte
3,0 mg/kg	Trauben
2,0 mg/kg	Kernobst
1,5 mg/kg	Erdbeeren, Ribisel, Stachelbeeren, Strauchbeerenobst
1,0 mg/kg	Bananen, Blumenkohl, Brunnenkresse, Chicorée, Hülsengemüse, Karotten, Kohl- und Speiserüben, Knollensellerie, Kohlsprossen, Paprika, Paradeiser, Salatarten, Schwarzwurzel, Speisezwiebeln, Stangensellerie, Zuchtpilze
0,5 mg/kg	Melanzani, Gerste, Gurken, Melonen, Kürbisse
0,2 mg/kg	Sojabohnen
0,1 mg/kg	sonstige

Lebensmittel, bei denen Höchstwerteüberschreitungen festgestellt werden, dürfen nicht zum Verzehr angeboten und in den Handel gebracht werden.

Der Nachweis von Überschreitungen des Höchstwertes (Nachweis von Pflanzenschutzmittelrückständen) ist meist mit aufwendigen chemischen Untersuchungen in Labors mit entsprechender technischer Ausstattung verbunden. Nur in seltenen Fällen gibt es Schnellverfahren.

Um Höchstwerteüberschreitungen zu vermeiden, werden die Landwirte angehalten, nachfolgend aufgezählte Punkte zu beachten. Gleichzeitig werden laufende Aufzeichnungen über die Pflanzenschutzarbeit in Form eines *„Spritztagebuches“* dringend empfohlen, um bei allfälligen Beanstandungen durch Behörden eine Beweisführung, betreffend die sachgemäße Anwendung von chemischen Pflanzenschutzmitteln, zu unterstützen. In manchen Bundesländern ist die Führung eines Spritztagebuches sogar gesetzlich vorgeschrieben.

Wie vermeidet der Landwirt (Anwender) Höchstwerteüberschreitungen?	***Was soll im Spritztagebuch stehen?***
a) Durch *Einhaltung von Wartezeiten, Geboten und Verboten* bei der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln	a) Zeitpunkt der ● Anwendung des Pflanzenschutzmittels, ● Ernte und ● Probenahme (falls bekannt).
b) Durch eine *genaue Dosierung und ordnungsgemäße Ausbringung der Pflanzenschutzmittel.* Dies setzt eine regelmäßige Überprüfung der Pflanzenschutzgeräte voraus.	b) Aufwandmengen in kg/ha bei Flächenkulturen oder Konzentrationen (%) samt der Brühenmenge (Liter/ha) bei Raumkulturen (Obst, Wein u.a.). Außerdem sind weitere Hinweise, wie Wetter (Temperatur, Luftfeuchte, Windstärke u.a.), Applikationstechnik (Spritzen, Sprühen usw.), Höhe der Kulturpflanzen usw., zweckmäßig.
c) Indem nur amtlich zugelassene Pflanzenschutzmittel, den *Anwendungsbestimmungen entsprechend,* verwendet werden	c) Genaue Bezeichnung des Präparates (Name samt allfälligen Ziffern und Großbuchstaben, z.B. *Dithane M45*)

3.7. Umwelttoxizität

Neben der Ermittlung der toxikologischen Daten für eine allfällige Gefährdung des Menschen oder anderer Warmblüter werden chemische Pflanzenschutzmittel bzw. deren Wirkstoffe vor der Anwendungszulassung umfangreichen Untersuchungen über das physikalische, chemische und biologische Verhalten in der Umwelt unterzogen. Die wichtigsten Überprüfungen beziehen sich auf die Einwirkungen auf

- die Bodenaktivität (Atmung, Kohlenstoff- und Stickstoffhaushalt),
- Regenwürmer,
- Fische,
- Fischnährtiere und –pflanzen (Wasserflöhe, Algen),
- Bienen,
- Nützlinge (Raubmilben, Florfliegen, Marienkäfer u.a.),
- Vögel und
- das Versickerungsverhalten (engl. *Leaching*) im Boden mit Hilfe von Lysimetern.

Sollte es sich als notwendig erweisen, werden weitere Untersuchungen durchgeführt.

3.7.1. Bienenschutz

Bienen nehmen eine ökologische Schlüsselstellung ein. Ihre Bedeutung liegt darin begründet, dass sie sich bei der Suche nach Nektar „blütenstet“ (blütentreu) verhalten. Beim Besuch der Blüten befruchten sie viele Blütenpflanzen durch Übertragung der Pollen. Bienen sind daher sowohl für den Fortbestand vieler Blütenpflanzen, als auch für die Ertragsbildung bei verschiedenen Kulturpflanzen (z.B. im Obstbau) von großer Bedeutung.

Als Insekten sind Bienen bei der Pflanzenschutzarbeit in erster Linie durch Insektizide gefährdet. Es können aber auch Gefahren von Herbiziden, Fungiziden (z.B. Pyrazophos) usw. ausgehen.

Die Pflanzenschutzmittel werden in Österreich hinsichtlich der Gefährlichkeit für Bienen wie folgt eingeteilt:

Für Bienen gefährliche Pflanzenschutzmittel dürfen bei blühenden Kulturen, Unterkulturen (Grasmulch im Obst- oder Weinbau) oder Unkräutern nicht appliziert werden. Außerdem sind Behandlungen auch aller anderen Flächen, die sich in Stocknähe befinden oder in der Fluglinie von Bienen liegen,

während des Bienenfluges zu unterlassen! Vorsicht auch bei Blattlaus- oder Blattsaugerbefall wegen der Bildung von Honigtau, der ebenfalls von Bienen aufgenommen werden kann! Bei Grasmulch beugt man allfälligen Schädigungen der Bienen vor, indem man diesen vor einer Applikation gefährlicher Pflanzenschutzmittel mäht.

Für Bienen minder gefährliche Pflanzenschutzmittel dürfen in blühenden Kulturen (Obstbau, Raps, Pferdebohnen etc.) appliziert werden, jedoch muss dies außerhalb der Bienenflugzeit (vor Sonnenaufgang oder nach Sonnenuntergang) erfolgen. Solche Anwendungen sollen trotzdem während der Blütezeit vermieden werden. Die amtlich festgelegten Aufwandmengen (je Flächeneinheit) oder Konzentrationen dürfen nicht überschritten werden!

Für Bienen ungefährliche Pflanzenschutzmittel gibt es keine Beschränkungen. Dennoch sollten Behandlungen während der Bienenflugzeit bei blühenden Kulturen unterbleiben.

3.7.2. Einfluss chemischer Pflanzenschutzmittel auf das Bodenleben

1 Gramm Oberboden beherbergt eine Unmenge von Lebewesen: Milliarden von Bakterien, Millionen von Strahlenpilzen (*Actinomyceten*) sowie Hunderttausende von Pilzen, Algen und Einzellern. In 1 m² Oberboden leben Zehntausende Springschwänze, Hornmilben, Insektenlarven usw. sowie Dutzende Asseln, Regenwürmer u.a. Lebewesen. Ohne diese Organismen ist ein Leben auf unserer Erde, wie wir es kennen, nicht vorstellbar. Sie erfüllen nämlich sehr wichtige Funktionen:

- Aufrechterhaltung des Kohlenstoff- und Stickstoffkreislaufs.
- Erhaltung der Krümelstruktur des Bodens durch die Lebendverbauung. Diese Krümel sorgen für den Luft- und Wasserhaushalt des Bodens und sichern somit höheren Pflanzen erst den Lebensraum.
- Schutz vor Erosion usw.

Da chemische Pflanzenschutzmittel fungizide, bakterizide oder andere biozide Eigenschaften aufweisen, ist es notwendig, ihren Einfluss auf das Bodenleben zu überprüfen.

Dauer des Einflusses	Bemerkungen
Bis zu 30 Tagen Einfluss	Mehr als 30 Prozent der verwendeten Pflanzenschutzmittel fallen unter diese Kategorie. Ihr Einfluss ist aber nicht stärker als der mit Ackerungen verbundenen Bodenbelüftungen (Sauerstoffzufuhr), Trockenperioden, stauender Nässe oder Düngungsmaßnahmen (Änderungen des pH-Wertes). Ihr Einfluss kann daher vernachlässigt werden.
Bis zu 60 Tagen Einfluss	Weniger als 9 Prozent der verwendeten Pflanzenschutzmittel sind dieser Kategorie zuzuordnen. Ihre Beeinträchtigung des Bodenlebens ist noch akzeptabel. Solche Präparate sollen aber möglichst nicht verwendet werden.
Mehr als 60 Tage Einfluss	Weniger als 1 Prozent der zugelassenen Pflanzenschutzmittel fällt unter diese Kategorie. Bei diesen Präparaten handelt es sich jedoch um Bodenentseuchungsmittel, deren Aufgabe es ist, schädliche Bodenorganismen (z.B. Nematoden, pilzliche Krankheitserreger usw.) zu vernichten. Ihr Einfluss ist daher erwünscht.

Der geringe Einfluss der chemischen Pflanzenschutzmittel erklärt sich einerseits durch dessen Vielfalt des Bodenlebens, andererseits durch die Selektivität der Wirkstoffe (spezifisch herbizide, fungizide, insektizide und andere Eigenschaften der Stoffe). Nahezu alle chemischen Pflanzenschutzmittel bestehen aus organischen (Wirk-)Stoffen, die von Mikroorganismen (Bodenorganismen) als Energiequelle (Nahrung) angenommen und somit abgebaut werden (mikrobieller Abbau) können. Dies gilt auch bei einer Überschreitung der Aufwandmengen. Eine zehnfache Überschreitung hat bei mehr als 60 Prozent der verwendeten Pflanzenschutzmittel keinen nachhaltigen negativen Einfluss auf das Bodenleben. Aufgrund der Selektivität der Wirkstoffe kommt es meist nur zu einer vorübergehenden Verschiebung unter den Arten der Bodenlebewesen. Außerdem ist der Aufwand an chemischen Pflanzenschutzmitteln je Flächeneinheit meist sehr gering (z.B. 1 kg/ha = 0,1 g/m²).

3.7.3 Schutz der Gewässerorganismen vor Pflanzenschutzmitteln – Abstandsauflagen zu Oberflächengewässern

Damit es bei der Pflanzenschutzarbeit zu keinen unerwünschten, schädigenden Auswirkungen auf Organismen in Oberflächengewässern (Fische, Fischnährtiere, Algen usw.) durch Abdrift kommt, wurden seitens der Zulassungsbehörde „Abstandsauflagen zu Oberflächengewässern“ erlassen. Diese einzuhaltenden Abstände zu Oberflächengewässern sind von Mittel zu Mittel unterschiedlich. Sie hängen auch von der Höhe der Kulturpflanzen (Hopfen, Obstbäume, Weinreben, Ackerkulturen usw.) ab. Sie richten sich nach realistisch ungünstigen Bedingungen (engl.: *reasonable worst case*). Die unterschiedlichen Abstände zu Oberflächengewässern können auch ein Kriterium für die Mittelwahl sein. **In jedem Falle muss bei der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in Flächenkulturen ein Mindestabstand von 1 m, in Raumkulturen (Obst-, Wein-, Hopfenkulturen) von 3 m zu Oberflächengewässern eingehalten werden.**

Beispiel für unterschiedliche Abstände zu Oberflächengewässern bei Maisherbiziden.

Pflanzenschutzmittel (Einzelmittel)	Abdriftminderungklassen			
	Regel-abstand	50 %	75 %	90 %
Ares (Successor + Grid + Click)	10 m	5 m	1 m	1 m
Callisto Turbo (Callisto + Task)	5 m	1 m	1 m	1 m
Clio Top (Clio Super + TBZ-Produkt)	15 m	10 m	5 m	5 m
Mikado Profi (Mikado + Pardner + Zeagran)	10 m	5 m	5 m	5 m
Monsoon + Mikado Plus (Monsoon + Mikado + Pardner)	10 m	5 m	5 m	5 m
SL 950 Maxx	20 m	10 m	5 m	5 m
Terano + Monsoon	20 m	10 m	5 m	5 m
Vesuv (Fortuna + Terbutylazinprodukt)	10 m	5 m	5 m	1 m
Zeus (Grid + Click + Zellex)	10 m	5 m	5 m	1 m
Zintan Gold Pack	5 m	1 m	1 m	1 m

Die Abstände müssen auf den Mittelpackungen bzw. Beipackzetteln angegeben werden. Unter bestimmten Voraussetzungen kann jedoch der Mindestabstand („Regelabstand“) verringert werden oder, wie bei den privaten Oberflächengewässern, gar wegfallen. Die Möglichkeit einer Verringerung der Abstände ist jedoch nicht generell bei allen Pflanzenschutzmitteln möglich. Sie ist aus dem amtlichen Zulassungstext ersichtlich. Im Zweifelsfall sind Erkundigungen bei den Beratungsstellen einzuholen:

a) Abdriftminderungsklassen: Durch bestimmte Vorkehrungen bei der Gerätekonstruktion oder -ausstattung (Ausstattung mit großtropfigen Düsen, Luftleitblechen bei Gebläsesprühern usw.) sowie bei der Gerätebedienung (Abschalten bestimmter Teile des Düsenbalkens usw.) kann eine Abdrift und somit auch eine Gefährdung für die Wasserorganismen deutlich reduziert werden. Dementsprechend können Pflanzenschutzgeräte oder -geräteteile den Abdriftminderungsklassen von 50 %, 75 % oder 90 % zugeteilt werden. Die Berechnung der Verringerung erfolgt nach einer speziellen Formel, in der verschiedene umweltrelevante Kriterien Berücksichtigung finden. Die möglichen Verringerungen durch die Abdriftminderungsklassen müssen im Text auf den Handelspackungen oder Beipackzetteln aufscheinen. Die tatsächlichen Verringerungen der Abstände zu Oberflächengewässern entsprechen nicht den Prozentsätzen der jeweiligen Abdriftminderungsklassen.

Beispiel anhand von „Dithane Neo Tec“ (Wirkstoff: Mancozeb) für unterschiedliche Abstände zu Oberflächengewässern bei Pflanzenschutzmittelanwendungen aufgrund von Abdriftminderungsklassen und abhängig von der Höhe der Kulturpflanzen:

Pflanzenschutzmittel	Abdriftminderungklassen			
Dithane Neo Tec (Wirkstoff: Mancozeb, 750 g/kg)	Regel- abstand	50 %	75 %	90 %
Obstbau	40 m	30 m	30 m	15 m
Weinbau	30 m	15 m	10 m	5 m
Zierpflanzenbau	20 m	15 m	10 m	5 m
Ackerbau, Gemüsebau	10 m	5 m	5 m	1 m

Die abdriftmindernden Geräte und Geträteteile (Düsen usw.) sind in einer „Liste abdriftmindernder Pflanzenschutzgeräte bzw. -geräteteile“ zusammengefasst, die vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft laufend ergänzt und neu veröffentlicht wird. Sie kann auch über die Internetadresse der Österreichischen Arbeitsgemeinschaft für integrierten Pflanzenschutz www.oeaip.at oder der AGES www.ages.at abgefragt oder heruntergeladen werden.

Auch **Hagelschutznetze** gelten als abdriftmindernde Geräte. In Raumkulturen, die mit Hagelschutznetzen geschlossenen überdacht sind, kann bei der Arbeit auch mit Geräten, die nicht mit speziellen Düsen ausgestattet sind, anstelle des Regelabstandes der Abstand der Abdriftminderungsklasse von 50 Prozent herangezogen werden. Bei anderen, günstigeren Düsenbestückungen (z.B. Abdriftminderungsklassen von 75 oder 90 Prozent) gibt es keine weiteren Verringerungen der Abstände zu den Oberflächengewässern.

b) Gewässertyp und Uferrandvegetation: Der vorgeschriebene Mindestabstand (Regelabstand oder Mindestabstand der jeweils anzuwendenden Abdriftminderungsklasse) kann um 25 Prozent reduziert werden, wenn das Gewässer zum Zeitpunkt der Anwendung über die gesamte Breite deutlich als fließend erkennbar ist.

Ebenso kann der geforderte Mindestabstand um 25 Prozent reduziert werden, wenn sich vor dem Gewässer im Bereich der Applikationsfläche eine durchgehend dicht belaubte, mindestens 1 m breite Randvegetation befindet. Die Randvegetation muss bei Flächenkulturen (Felder, Grünland) um 1 m höher sein, als die Düsen mit einem Spritzbalken geführt werden. Bei Raumkulturen (Obst, Wein, Hopfen) muss die Randvegetation diese um 1 m überragen.

Berechnung der Mindesthöhe der Uferrandvegetation für eine Ährenbehandlung bei Weizen gegen die Septoria-Spelzenbräune (Septoria nodorum):

Abstand der Ähren vom Boden	100 cm
Abstand zwischen Düsen und Zielfläche (Ähren)	50 cm
Vorgeschriebener Abstand zwischen Zielfläche (Ähren) und Mindesthöhe der Uferrandvegetation	100 cm
Summe: Notwendige Mindesthöhe der Uferrandvegetation	250 cm

Ist das Gewässer deutlich erkennbar fließend und ist eine geeignete Uferrandvegetation vorhanden, können die beiden Prozentsätze addiert werden. Der Mindestabstand kann also um 50 Prozent reduziert werden.

Beispiel für die Verringerung der Abstandsauflagen bei „Juwel Top“ (Wirkstoffe: Fenpropimorph + Kresoximmethyl + Epoxiconazol) bei der Behandlung der Septoria-Spelzenbräune bei Weizen durch Ausnützung abdriftmindernder Maßnahmen:

Abdriftmindernde Maßnahme	*Abstand*
Regelabstand für Juwel Top im Ackerbau	20 m
Abstandsminderungsklasse 75 % durch entsprechende Düsenwahl	5 m
Geeigneter Gewässertyp: deutlich fließendes Gewässer 25% Geeignete Uferrandvegetation, 1 m höher als die Düsen beim Spritzen 25% Summe ……..…50%	2,5 m

Beispiel für die Verringerung der Abstandsauflagen bei „Dithane Neo Tec“ (Wirkstoff: Mancozeb) im Obstbau durch Ausnützung abtriftmindernder Maßnahmen:

Abdriftmindernde Maßnahme	*Abstand*
Regelabstand für Dithane Neo Tec im Obstbau	40 m
Abstandsminderungsklasse 50 % durch entsprechende Düsenwahl	30 m
Geeigneter Gewässertyp: deutlich fließendes Gewässer …….25% Geeignete Uferrandvegetation, 1 m höher als die Baumkronen …….. 25% Summe ……..…50%	15 m

c) Bandspritzung und Unterblattspritzung: Band- und Unterblattspritzungen finden nur in Reihenkulturen (Mais, Zuckerrüben u.a.) statt. Dabei werden die Düsen unmittelbar über dem Boden (ca. 20 cm Abstand) geführt, sodass die Gefahr einer Abdrift gering ist. Gleichzeitig wird die Aufwandmenge der Mittel je Fläche um 50 bis 75 Prozent verringert. Daher gilt für diese Pflanzenschutzmittelanwendung – wenn es durch die Zulassungsbehörde nicht anders festgelegt wird – ein Mindestabstand zum Oberflächengewässer von 1 m.

d) Abstreif- und **Injektionsverfahren:** Da beim Abstreif- und Injektionsverfahren eine Abdrift ausgeschlossen werden kann, sind keine Abstände zu Oberflächengewässern festgelegt. Der Mindestabstand von 1 m zum Oberflächengewässer muss jedoch eingehalten werden.

e) Verminderte Aufwandmengen: Wird die Aufwandmenge eines Pflanzenschutzmittels im Geltungsbereich des Regelabstandes um 50 oder mehr Prozent reduziert, kann der vorgeschriebene Mindestabstand der nächst höheren Abdriftminderungsklasse Anwendung finden.

f) Private Oberflächengewässer, welche nicht aus dem Grundwasser gespeist werden und nicht über einen Abfluss in öffentliche Oberflächengewässer münden, sind von den Abstandsregelungen ausgenommen, wenn sie zum Zwecke der Bewässerung oder Beregnung (Frostschutz) angelegt worden sind.

3.7.4. Schutz der Saumbiotope vor Pflanzenschutzmitteln

Damit es bei der Pflanzenschutzarbeit durch Abdrift zu keinen unerwünschten, schädigenden Auswirkungen auf Organismen in Saumbiotopen zu Kulturflächen, wie Hecken, Feldgehölzen, kleine Waldflächen oder Wiesen usw., kommt, sind in manchen EU-Ländern (z.B. Deutschland) Abstandsauflagen zum Schutze „terrestrischer Nichtzielorganismen“ vorgeschrieben. Von Seiten der Bundesländer wurden solche Bestimmungen nicht erlassen, da Österreich einen großen Anteil von kleinen Strukturen in der Kulturlandschaft aufweist. Das bedeutet, dass bei Pflanzenschutzmitteln, die aus Deutschland oder den Niederlanden bezogen werden, Abstandsauflagen zu „terrestrischen Nichtzielorganismen“ nicht eingehalten werden müssen.

4. Pflanzenschutzmittelkunde

4.1. Aufbau der chemischen Pflanzenschutzmittel

Die Wirkstoffe müssen in den chemischen Pflanzenschutzmitteln so zubereitet sein, dass sie an die Schadorganismen herangebracht und von diesen aufgenommen werden können. Beispielsweise sind manche Wirkstoffe zwar in Fetten (Ölen) gut, in Wasser hingegen nur schlecht oder gar unlöslich. Aus diesen Gründen werden den Wirkstoffen Zusätze beigefügt, um deren Eigenschaften zu verbessern. Diese Zubereitung der Pflanzenschutzmittelwirkstoffe nennt man ***Formulierung.***

Aufgabe von *Zusatzstoffen* ist es, die physikalischen Eigenschaften und die Wirkungsweise von Pflanzenschutzmittelwirkstoffen so zu verändern, dass diese mit den Schadorganismen gut in Kontakt kommen und aufgenommen werden. Dadurch wird die Wirkung verstärkt. Wie bereits erwähnt wurde, können die Zusatzstoffe einen Teil der Formulierung darstellen. Es kann aber auch vorkommen, dass erst der Anwender den Stoff der Spritzbrühe beifügt (z.B. Paraffinöle als Haftmittel zu Herbiziden).

Durch die Art der Formulierung werden die Eigenschaften von Pflanzenschutzmitteln stark beeinflusst. Beispielsweise wurde durch eine Umformulierung des Insektizids „Karate“ (Wirkstoff Lambda-Cyhalotrin, das ursprünglich als Emusionkonzentrat (EC) oder als wasserdispergierbares Granulat (WG) angeboten worden war, zu „Karate mit Zeon Technologie“, einer Mikrokapsel-Suspension, sowohl die Wirkung, als auch der Anwenderschutz verbessert. Die verbesserte Wirkung ist auf eine veränderte Art der Freisetzung des Wirkstoffs aus den Polyharnstoff-Mikrokapseln an die Umwelt und auf eine erhöhte Photostabilität zurückzuführen. Mikrokapseln sind leicht und weitgehend ohne Staubbildung handhabbar. Diese Eigenschaft kommt wiederum dem Anwenderschutz zugute.

Je nach der Art der Formulierung haben Pflanzenschutzmittel eine *feste* (Stäube, Granulate, Suspensionen), *pastöse, flüssige* (Emulsionen, echte Lösungen) oder *gasförmige Konsistenz.*

Häufige Formulierungen:

a) ***Stäube****,* mit Hilfe von *feinteiligen* Trägermaterialien (Talk, Tonmehl, u.a.).
b) ***Spritzpulver***, die mit Hilfe von Trägersubstanzen und Dispergiermitteln (grenzflächenaktiven Stoffen) in Wasser suspendieren (aufschwemmen). Häufig verwendete Abkürzungen: **WP** = wettable powder = wasserdispergierbares Pulver oder **SP** = soluble powder = wasserlösliches Pulver.
c) ***Granulate****,* werden mit Hilfe von Bindemitteln hergestellt oder auf feste Trägerstoffe aufgedüst. Aufgrund der Körnungsgröße unterscheidet man zwischen Makrogranulaten, Mesogranulaten und Mikrogranulaten.
Streugranulate werden mit Geräten in fester Form ausgebracht und meist in den Boden eingearbeitet, wo die Wirkstoffe bei vorhandener Feuchte gelöst werden. Häufig verwendete Abkürzung: **G**.
Wasserdispergierbare Granulate (häufig verwendete Abkürzung: **WG**) lösen sich rasch in Wasser. Diese Formulierung ist sehr anwenderfreundlich (kleine, leichte Verpackungen, keine Staubbildung bei der Herstellung der Spritzbrühe, leicht dosierbar usw.). Die meisten Sulfonylharnstoffe sind auf diese Weise formuliert.
d) ***Flüssige Suspensionskonzentrate*** (häufig verwendete Abkürzung: **SC** = flowable concentrate) Unter Suspensionen versteht man die gleichmäßige Verteilung kleinster, fester Teilchen in einer Flüssigkeit. Solche Teilchen können auch Mikrokapseln sein.
e) ***Emulsionskonzentrate*** (häufig verwendete Abkürzung: EC): In Öl formulierte Wirkstoffe, die mit Hilfe von Emulgatoren (oberflächenaktiven Substanzen) in Wasser gleichmäßig verteilt werden.
f) ***Echte Lösungen***
g) ***Pasten****,* zum Beispiel zum Verstreichen von Wunden oder Schnittstellen an Bäumen.

Beispiele für Zusatzstoffe:

Haftmittel verbessern die Haftung des Spritzbelages an den Blättern (z.B. *„Heliosol“*), Körnern (z.B. *„Sacrust“*) und anderen Zielflächen oder der Verhinderung der Abwaschung durch Niederschläge.
Netzmittel verbessern die Verteilung eines Pflanzenschutzmittelbelages (Benetzung) auf Blättern usw.

Verdunstungshemmer *v*erhindern, dass sehr feine Tröpfchen beim Sprühen auf dem Wege zum Zielobjekt (zur Pflanze) durch Verdunstung nicht verloren gehen.
Schaumbremser verhindern, dass es bei der Herstellung der Spritzbrühe zu keiner Schaumbildung kommt.
Emulgatoren: Sie ermöglichen, dass fettlösliche Stoffe im Wasser (in der Spritzflüssigkeit) fein verteilt werden.
Lösungsmittel
Warnfarben und ***Warngeruchsstoffe*** dienen zur Abschreckung, damit unbefugte Personen, Haustiere, Vögel usw. Pflanzen(teile), die mit Pflanzenschutzmitteln behandelt worden sind, als solche erkennen und meiden (z.B.: rot gefärbte Getreidekörner nach einer Beizung).
Streckmittel: Diese Mittel können die Handhabung eines Präparates verbessern.

Hinweise zur Mischbarkeit von Pflanzenschutzmitteln

Wenn sich zwei oder mehrere Pflanzenschutzmittel nicht gut mischen lassen (z.B. ausflocken), so kann dies auf eine schlechte Verträglichkeit der Zusatzstoffe zurückzuführen sein. Daher sind die Hinweise der Hersteller genau zu beachten! Mischtabellen zu Rate ziehen!

4.2. Selektivität der Pflanzenschutzmittel

Die chemischen Pflanzenschutzmittel haben eine selektive (spezifische) Wirkung. Das heißt, dass sie nur eine bestimmte Gruppe von Krankheitserregern (z.B. Pilze), tierischen Schädlingen oder Unkräutern bekämpfen. Der Ausdruck *Biozid* (= Leben abtötendes Mittel) wird daher oft ungenau und irreführend verwendet. Denn Pflanzenschutzmittel vernichten nicht jedes Leben.

Beispiele:

Asulam-Mittel (Asulox) bekämpfen im Grünland nur den Wiesenampfer und den Krausen Ampfer. Der Sauerampfer und andere Wiesenpflanzen werden bei normaler Anwendungskonzentration nicht geschädigt.

Wuchsstoffherbizide schonen das Getreide und andere Gräser, richten sich aber gegen zweikeimblättrige Pflanzen.

Manche Mittel haben eine geringe Selektivität. Man spricht dann von
- *Breitbandinsektiziden,*
- *Breitbandfungiziden,*
- *Breitbandherbiziden* oder *Totalherbiziden.*

Aber auch „Breitband-Mittel“ sind im Prinzip selektiv wirksam. Beispiel: Das Breitbandinsektizid Deltamethrin (Decis) bekämpft zwar die meisten Insekten, hingegen werden Pilzkrankheiten oder Pflanzen (Kulturpflanzen, Unkräuter) nicht geschädigt.

Ursachen für die Selektivität

Für die Selektivität der chemischen Pflanzenschutzmittel gibt es verschiedene Ursachen. Nachfolgend einige Beispiele:

- Physikalische Selektivität, wenn beispielsweise eine Spritzbrühe wegen einer zu geringen Netzfähigkeit an steil stehenden Pflanzenteilen (z.B. Blätter und Stängel des Getreides) nicht haften bleibt.
- Anatomische Selektivität, wenn beispielsweise eine gut ausgeprägte Wachsschicht, wie bei Zwiebeln, Kohl oder Gräsern, das Eindringen der Wirkstoffe verhindert.
- Verhalten der Wirkstoffe auf oder in den Pflanzen.
- Beweglichkeit der Wirkstoffe (z.B. der Herbizide) im Boden (positionelle Selektivität).
- Fressgewohnheiten von Schädlingen und Nützlingen usw. wurden beispielsweise Blätter mit einem Belagsinsektizid, das keine Kontaktwirkung aufweist, behandelt; werden pflanzenfressende Insekten vergiftet, hingegen bleiben die Nützlinge verschont (z.B. Benozyl-Harnstoffe).
- Physiologische Ursachen (unterschiedlicher Stoffwechsel tierischer Schädlinge usw.).

- Resistenzerscheinungen (biochemische Selektivität), wenn ein Wirkstoff nach der Aufnahme durch einen Schadorganismus durch dessen Stoffwechsel inaktiviert wird.

Auch auf die Persistenz der Wirkstoffe muss in diesem Zusammenhang hingewiesen werden. Baut ein Pflanzenschutzmittelwirkstoff nach seiner Anwendung sehr rasch ab, können Säuberungsräuber schon nach kurzer Zeit wieder zuwandern, ohne Gefahr zu laufen, geschädigt zu werden. In diesem Fall handelt es sich aber nur um eine „scheinbare Selektivität“.

4.2.1. Resistenz

Unter *Resistenz* versteht man die angeborene (genetisch bedingte) Widerstandskraft von Lebewesen gegenüber äußeren Einflüssen (z.B. Hitze, Trockenheit, Strahlung, Salzgehalt des Bodens, Pflanzenschutzmittelwirkstoff usw.).

Für den Pflanzenschutz sind zwei Arten von Resistenz von Bedeutung:

a) Resistenz von Kulturpflanzen gegen Schadorganismen:

Diese Art von Resistenz ist im Pflanzenschutz erwünscht. Im Rahmen der Resistenzzüchtung versucht man, Kulturpflanzen zu schaffen, die widerstandfähig gegen einen Befall durch Viren, Bakterien, pilzlichen Krankheitserregern oder Insekten sind.

Resistenzzüchtung ist aber meist ein Wettlauf mit der Anpassungsfähigkeit der Schaderreger mit der neu entstandenen Situation. Die Schaderreger verfügen nämlich auch über eine große genetische Vielfalt. So können sich neue Stämme der Schaderreger, sogenannte „Resistenzbrecher“, herausselektieren. Das bedeutet, dass die Resistenz nach kurzer Zeit scheinbar wieder verloren geht. Die herkömmliche Resistenzzüchtung ist zeitaufwendig. Die Gentechnik bietet neue, raschere Möglichkeiten der Resistenzzüchtung an. Durch die Einführung von Genen widerstandsfähiger Pflanzen oder anderer Organismen können Kulturpflanzen auch gegenüber bestimmten Herbiziden resistent gemacht werden. Vergleiche Kapitel 1.3.4 „biotechnischer Pflanzenschutz“.

b) Resistenz von Schadorganismen gegenüber chemischen Pflanzenschutzmitteln:

Durch die wiederholte Anwendung desselben Wirkstoffes gegen bestimmte Schadorganismen (z.B. Unkräuter) über einen längeren Zeitraum können widerstandsfähige Biotypen herausselektiert werden, die sich in der Folge rasch weiter vermehren. Beispiel: Als Folge der jahrelangen Anwendung von Atrazin in Maismonokulturen gibt es heute eine Reihe atrazinresistenter (eigentlich triazinresistenter) Biotypen von Samenunkräutern.

Was für Unkräuter gilt, kann auch bei Kulturpflanzen zutreffen. Beispielsweise wurden Maispflanzen gefunden, die gegenüber dem Wirkstoff Cycloxydim (Mittel: Focus Ultra) resistent sind. (Cycloxydim ist ein Mittel zur Bekämpfung von Gräsern in zweikeimblättrigen Kulturen) Diese Maispflanzen wurden züchterisch weiterbearbeitet. Heute steht der Landwirtschaft mit den sogenannten DUO-Sorten, wie „Lexxor DUO“, „Birko- DUO“, „Maxxis DUO“, „Booxxy Duo“, „ES UltraFox Duo“ u.a.m., eine Reihe von Maissorten (CRM) zur Verfügung, die gegenüber Cycloxydim-Mitteln resistent ist.

Ist für die Ausbildung der Resistenz nur ein Gen verantwortlich, spricht man von *monogener Resistenz,* sind es mehrere Gene, so bezeichnet man dies als *polygene Resistenz.* Monogene Resistenzerscheinungen treten spontan auf. Polygene Resistenzerscheinungen entwickeln sich langsam, da es zu einer langsamen genetischen Verschiebung (engl. *shifting*) kommt. Dabei nimmt die Widerstandskraft gegenüber dem Pflanzenschutzmittelwirkstoff mit jeder Behandlung von Generation zu Generation zu.

*Kreuzresistenz (*engl.: *cross resistance):* Bei der Veränderung einer Pflanze zur Resistenz gegenüber einem bestimmten Herbizid oder einem Krankheitserreger kann es vorkommen, dass sie gleichzeitig eine Resistenz gegenüber einem anderen, (meist chemisch) verwandten Herbizid oder Krankheitserreger erwirbt. Dieses Verhalten wird als *Kreuzresistenz* bezeichnet (z.B. Resistenz des Apfelschorfs gegenüber Triazolen, Pyrimidinen, Pyridinen oder Imidazolen).

Maßnahmen zur Verhinderung von Resistenzerscheinungen gegenüber chemischen Pflanzenschutzmitteln:

Der Entstehung von Resistenzerscheinungen beugt man bei der praktischen Pflanzenschutzarbeit am einfachsten durch einen ständigen Wechsel der Wirkstoffe bzw. Wirkstoffgruppen vor. Außerdem sind

Unterdosierungen bei den Wirkstoffen (Pflanzenschutzmitteln) bei der Herstellung der Spritzbrühe zu vermeiden! Auch Monokulturen sind der Resistenzbildung förderlich, da die Landwirte aus Kostengründen bevorzugt ein bestimmtes Pflanzenschutzmittel verwenden.

A n t i r e s i s t e n z - S t r a t e g i e n:

Beispiele für Antiresistenz-Strategien durch den Wechsel von Stoffen oder Stoffgruppen mit verschiedenen Wirkungsmechanismen:

Apfelschorf *Venturia inaequalis:*
1. Belagsfungizide: Dithianon, Dithiocarbamate, Sulfamide
2. Dodine
3. Triazole, Imidazole, Pyridine, Pyrimidine
4. Anilino-Pyrimidine: Cyprodinil, Mepanipyrim, Pyrimethanil
5. Strobilurine

Getreidemehltau *Erysiphe graminis*:
1. Triazole, Imidazole, Pyridine, Pyrimidine
2. Morpholine und Piperidine
3. Strobilurine
4. Netzschwefel

Peronospora-Krankheit der Weinrebe *Plasmopara viticola:*
1. Belagsfungizide: Dithiocarbamate, Folpet, Sulfamide, Chlorothalonil u.a.
2. Phenylamide: Metalaxyl, Benalaxyl
3. Cymoxanil
5. Strobilurine
6. Carbonsäureamide: Dimethomorph, Iprovalicarb, Benthiavalicarb

Blattläuse *Aphididae:*
1. Cholinesterase-Hemmer: Phosphorinsektizide, Carbamate
2. Pyrethroide
3. Nitroguanidine
4. Pymetrozin
5. Endosulfan (Chlorierter Kohlenwasserstoff)

Spinnmilben *Tetranychidae* im Obst- und Weinbau:
1. Wachstumshemmer: Clofentezin, Hexythiazox
2. METI-Gruppe: Fenpyroximat, Tebufenpyrad
3. Acequinocyl: Der Wirkstoff greift ebenfalls in Mitochondrien-Stoffwechsel ein, jedoch an anderer Stelle als die Mittel der METI-Gruppe
4. Lipidstoffwechselstörer, wie die Kateonole: Spirodiclofen
5. Abamectin
6. Raubmilben: Als Alternative zur chemischen Bekämpfung sollen Raubmilben als natürliche Gegenspieler von Spinnmilben nicht unerwähnt bleiben. Bei der Auswahl aller Pflanzenschutzmittel im Obst- und Weinbau ist daher auf deren Nebenwirkung auf Raubmilben zu achten. Dies gilt auch für die Auswahl von Akariziden. Siehe nachstehende Tabelle:

Wirkstoffgruppe	Wirkung gegen Spinnmilben			Wirkung auf
Wirkstoff	ovizid	larvizid	adultizid	Raubmilben
Öle				
Mineralöle	+	-	-	neutral
Rapsöl	+	-	-	neutral
Wachstumshemmer				
Clofentezin	+	(+)	-	neutral
Hexythiazox	+	+	-	neutral
METI-Gruppe				
Fenpyroximat	-	+	+	neutral-mitteltox.
Fenazaquin	-	+	+	mitteltoxisch
Tebufenpyrad	-	+	+	(mittel)toxisch

Acequinol	-	+	+	neutral
Ketoneole				
Spirodiclofen	+	+	-	neutral
Spiromesifen	+	+	+	neutral
Abamectin	-	+	+	

4.2.2. Verhalten der Pflanzenschutzmittelwirkstoffe auf oder in Pflanzen

Die Selektivität der Pflanzenschutzmittel kann auch vom Verhalten der Wirkstoffe auf oder in den Pflanzen nach der Applikation abhängen. Die nachfolgende Einteilung in drei Gruppen ist nicht streng, sondern weist Übergänge auf.

a) *Belagsmittel:*

Belagsbildende Wirkstoffe verbleiben nach der Applikation auf der Pflanzenoberfläche. Sie wirken meist als Kontakt- oder Fraßgifte.

Beispiele:
Insektizide: Pyrethroide, Fenoxycarb, Diflubenzuron, Triflumuron u.a.
Fungizide: Kupfermittel, Dithiocarbamate, Dithianon, Phthalimide u.a.

Manche belagsbildende Wirkstoffe, wie Kresoxim-methyl, breiten sich „aktiv“ durch Diffusion auf der Pflanzenoberfläche aus, sodass sie im Erscheinungsbild systemischen Wirkstoffen ähneln. In diesen Fällen spricht man von *quasi-systemischen* Pflanzenschutzmitteln (*quasi* lat. = gleichsam).

b) Mittel mit Tiefenwirkung:

Wirkstoffe mit Tiefenwirkung dringen in das Pflanzengewebe ein. Mitunter erfolgt noch eine geringe (meist akropetale) Verteilung des Wirkstoffes in den Blättern. Aus diesem Grunde wird die Eigenschaft solcher Mittel auch als *lokalsystemisch* (vergleiche Begriff „systemisch“) bezeichnet. Mit ihnen können auch minierende, im Blattgewebe fressende Schädlinge (z.B. Miniermotten im Obstbau, Rübenfliege usw.) bekämpft werden.
Translaminare Wirkung: Translaminare Wirkstoffe durchdringen das Blattgewebe. Mit ihnen können auch Schädlinge bekämpft werden, die, wie beispielsweise Blattläuse, versteckt in eingerollten Blättern sitzen.

Beispiele:
Phosphorinsektizide
Fungizide: Sterolsythesehemmer (Triazole, Imidazole, Pyridine, Pyrimidine), Morpholine, Piperidine u.a.

c) *Mittel mit systemischer (innertherapeutischer) Wirkung:*

Sytemische Wirkstoffe dringen in das Pflanzengewebe ein und werden im Leitungssystem der Pflanzen mit dem Saftstrom weiter verfrachtet. Sie haben eine „Fernwirkung“. In der Pflanze unterscheidet man zwei Richtungen des Saftstromes, nämlich den *aufsteigenden Saftstrom* im Xylem (Holzteil), der von der Verdunstung in den Blättern angetrieben wird (Transpirationsstrom). Er dient der Wasser- und Nährstoffaufnahme aus dem Boden. Und den *absteigenden Saftstrom* im Phloem (Bastteil), der dem Transport der Assimilate (Zucker) von den oberirdischen, grünen Pflanzenteilen dient.

Entsprechend der vorherrschenden Transportrichtung unterscheidet man:

Vollsystemische Mittel, die mit den Saftströmen mehr oder weniger gleichmäßig in beide Richtungen in alle Pflanzenteile transportiert werden. Beispiele: Demeton-S-methyl (Metasystox), Aluminium-Fosethyl (Aliette) u.a.
Akropetal systemische Mittel, die vornehmlich mit dem aufsteigenden Saftstrom bewegt werden. Beispiele: BCM-Fungizide (Cercobin M), Azoxystrobin u.a.
Basipetal systemische Mittel, die vornehmlich mit dem absteigenden Saftstrom bewegt werden. Beispiel: Asulam (Asulox) oder Roundup (Glyphosate) bei der Bekämpfung des Wiesenampfers.

Mit systemischen Insektiziden werden vor allem saugende Schädlinge (Blattläuse, Nematoden u.a.) bekämpft.

Systemische Fungizide werden gegen Pilze eingesetzt, die bereits in das Pflanzengewebe eingedrungen sind. Besonders geeignet sind sie zur Behandlung von Tracheomykosen. Darunter versteht man Pilzkrankheiten, die sich in den Wasser- und Nährstoffleitungsbahnen der Pflanzen (den *Tracheen*) festgesetzt haben, wie beispielsweise die *Verticillium*-Pilze bei Erdbeeren, Hopfen oder verschiedenen Zierpflanzen.

Systemische Herbizide benötigt man zur Bekämpfung von Wurzelunkräutern (z.B. Wuchsstoffherbizide im Getreidebau oder Grünland).

Besondere Hinweise zum Verhalten von Insektiziden in oder auf Pflanzen:

Das Wissen um das Verhalten der Wirkstoffe in oder auf Pflanzen hat praktische Bedeutung für die Auswahl und den Anwendungszeitpunkt der Insektizide. Siehe nachfolgendes Beispiel bei der Bekämpfung der Traubenwickler im Weinbau:

Das Fenoxycarb-Mittel *Insegar*, ein ovizides Fraßgift, soll bereits vor der Eiablage der Traubenwickler als Spritzbelag auf den Weinbeeren vorhanden sein. Als Belagsmittel dringt es nämlich nicht ins Pflanzengewebe ein. Daher ist das Mittel mit Unterstützung von Warndiensteinrichtungen bei Beginn der Eiablage zu applizieren. Ein früherer Zeitpunkt ist nicht sinnvoll, da sich zu dieser Zeit die Oberfläche der Beeren täglich noch immer vergrößert, der Spritzbelag aber nicht mitwachsen kann. (Eier, die älter als drei Tage sind, werden nicht mehr (ausreichend) abgetötet.)

Bacillus thuringiensis- (B.t.-) Mittel sind larvizide Fraßgifte, die ebenfalls an der Pflanzenoberfläche verbleiben. Die Mittel müssen in den Darmtrakt der Traubenwicklerraupen gelangen, um wirken zu können. Der optimale Anwendungstermin liegt beim Schlüpfen der ersten Larven vor, da die Wirkungsdauer mit etwa 8 bis 10 Tagen begrenzt ist. Bei längeren Schlupfperioden kann es ratsam sein, die Anwendung nach zirka einer Woche zu wiederholen. Eine Beigabe von Zucker (1 %) zur Spritzflüssigkeit verbessert die Aufnahme der B.t.-Mittel durch die Raupen.

Phosphorinsektizide verfügen über verschiedene Wirkungsweisen. Die Mittel wirken jedoch in erster Linie auf die bereits geschlüpften Larven. Da die Mittel auch tiefenwirksam sind, können Raupen, die sich bereits in die Beeren eingebohrt haben, noch abgetötet werden. Die Phosphorinsektizide sollten daher nicht zu früh, also während des Larvenschlupfes, eingesetzt werden.

Schematische Darstellung des Einsatzes von Insektiziden bei der Traubenwicklerbekämpfung:

Insektizid:	Fenoxycarb (Insegar)	B.t.-Mittel	Phosphorinsektizide
opt. Anwendungszeitpunkt	⇓	⇓	⇓
	⇑ *ca. 1 Woche*	⇑	⇑
Entwicklungsstadium	Beginn der Eiablage	Beginn des Larvenschlupfes	Ende des Larvenschlupfes

→ Zeit

Besondere Hinweise zum Verhalten von Fungiziden in oder auf Pflanzen:

Das Verhalten von Fungiziden auf oder in Pflanzen hat in der Pflanzenschutzpraxis ebenfalls große Bedeutung bei der Auswahl des richtigen Behandlungszeitpunktes von Schadpilzen. Mit Belagsfungiziden können Pilzkrankheiten nur *präventiv (prophylaktisch, vorbeugend*) behandelt werden. Hingegen weisen tiefenwirksame und systemische Fungizide auch eine *kurative (heilende)* oder *eradikative (abstoppende)* Wirkung auf. Ihre Anwendung kann daher noch während der *Inkubationszeit (Latenzzeit)* erfolgen.

Schematische Darstellung des Einsatzes von Fungiziden

Krankheitsverlauf	Zeitpunkt der Infektion ⇓	Latenzzeit, Inkubationszeit ⇓	Zeitpunkt des Ausbruchs der Pilzkrankheit ⇓
Zeit ——————————————————————————————————————>			
Behandlungs-zeitpunkt	⇑ vorbeugend, präventiv, protektiv, prophylaktisch	⇑ heilend, kurativ	⇑ aufhaltend, abstoppend, eradikativ

Begriffserklärungen:

Latenzzeit = Inkubationszeit = Zeitspanne zwischen der *Infektion* (Eindringen eines Krankheitserregers) und dem *Ausbruch* (Sichtbarwerden von Symptomen) einer Krankheit. Die Pflanze ist scheinbar noch gesund.

präventiv = prophylaktisch = protektiv = vorbeugend: Das Mittel muss vor der Infektion appliziert werden.

kurativ = heilend: Das Mittel kann noch erfolgreich während der Inkubationszeit appliziert werden. Es treten keine Schadsymptome auf.

eradikativ = aufhaltend, abstoppend: Das Mittel kann noch erfolgreich nach dem Ablauf der Inkubationszeit verwendet werden. Es bleiben aber bereits vorhandene Schadsymptome (z.B. Nekrosen) erhalten.

Praktische Einsatzmöglichkeiten für Fungizide

Behandlungszeitpunkte	Belagsfungizide	tiefenwirksame und systemische Fungizide
Erster Anwendungszeitpunkt:	Anwendung ist nur präventiv möglich.	Anwendung ist präventiv, kurativ oder eradikativ möglich
Weitere Behandlungen richten sich nach dem Warndienst oder nach visuellen Kontrollen:	Nach dem • Trieb-, Blatt- oder Fruchtzuwachs, • Abbau (Metabolismus), • Abwaschung durch Niederschläge	Nach dem • Trieb-, Blatt- oder • Fruchtzuwachs, • Abbau (Metabolismus). • *Keine* Abwaschung durch Niederschläge

Die Dauer der präventiven, kurativen oder eradikativen Wirkung ist je nach Stoff unterschiedlich. Sie richtet sich nach der Aufwandmenge und den herrschenden Temperaturen. Daher sollen vor der Verwendung eines Mittels entsprechende Auskünfte eingeholt werden.

Kurative und präventive Wirkungsdauer von Fungiziden zur Behandlung des Apfelschorfs bei normaler Aufwandmenge (Konzentration):

Fungizide	Vorbeugende (präventive) Wirkungsdauer in Stunden bei Temperaturen			Heilende (kurative) Wirkungsdauer in Stunden bei Temperaturen			
	<10°C		>10°C	<8°C	9-12°C	13-15°C	>15°C
Kontaktfungizide: Captan, Diclofuanid, Dithianon, Dithiocarbamate (Mancozeb) u.a.	120 h	96 h	72 h		0 h		
Dodine	72 h		72 h	48 h	bis		24 h
Strobilurine: Kresoxim-methyl	330 h	240 h	190 h		0 h		
Anilino-Pyrimidine: Cyprodinil, Pyrimethanil u.a.	120 h	96 h	72 h	60 h	48 h	48 h	48 h

Triazole, Imidazole, Pyridine, Pyrimidine: Bitertanol, Flusilazol, Fenarimol, Myclobutanil, Penconazol u.a.	72 h 72 h	72 h 60 h 48 h

V o r - u n d N a c h t e i l e t i e f e n w i r k s a m e r o d e r s y s t e m i s c h e r F u n g i z i d e:

Tiefenwirksame und systemische Fungizide würden aufgrund der kurativen und eradikativen Wirkung gestatten, nach erfolgter Infektion gezielt mit Hilfe von Warndienstgeräten gegen Pilzkrankheiten vorzugehen. Die praktische Erfahrung zeigt aber, dass sich bei der einseitig bevorzugten Anwendung tiefenwirksamer oder systemischer Fungizide bald resistente Pilzstämme herausselektieren können.

4.2.3. Einteilung der Pflanzenschutzmittel gegen tierische Schädlinge nach der Art der Aufnahme

Die Selektivität der Pflanzenschutzmittel kann auch davon abhängen, wie die Wirkstoffe von den Schadorganismen aufgenommen werden. Diese Einteilung hat sich besonders bei den Mitteln gegen tierische Schädlinge bewährt.

Viele Insektizide verfügen über eine mehrfache Wirkungsweise. Das bedeutet, dass sie sowohl als Atem-, Kontakt- oder Fraßgifte wirksam sein können. Dadurch erklärt sich ihre gute Wirksamkeit (z.B. viele Phosphorinsektizide).

4.2.3.1. Atemgifte

Meist handelt es sich um Präparate, die flüssig ausgebracht werden, die aber aufgrund ihres hohen Dampfdrucks rasch in die gasförmige Phase übergehen. Gleichzeitig kommt es im gewissen Maße zu einer Umverteilung der Wirkstoffe in den behandelten Kulturpflanzenbeständen. Die tierischen Schädlinge werden durch Einatmen des Wirkstoffes rasch abgetötet (z.B. bei den Phosphorinsektiziden).

F u m i g a t e (gasförmige Stoffe):

Seltener werden Präparate direkt im gasförmigen Aggregatzustand eingesetzt. Mitunter werden Wirkstoffe unter Einwirkung der (Boden-)Feuchtigkeit über chemische Reaktionen in Gase umgewandelt (z.B.: Phosphorwasserstoff-Präparate: $2AlP + 3\ H_20 \Rightarrow 2PH_3 + Al_20_3$).

Beispiele für Fumigate: Phosphorwasserstoff-Präparate (bei der Begasung von Lagerräumen gegen Vorratsschädlinge oder zur Wühlmausbekämpfung) u.a.

E i g e n s c h a f t e n v o n A t e m g i f t e n:

- Die Wirksamkeit ist bei den flüssig ausgebrachten Mitteln stark temperaturabhängig. Ihr Einsatz erfolgt daher meist in der wärmeren Jahreszeit, damit die Verdampfung einsetzen kann (siehe obigen Hinweis bei den Phosphorinsektiziden).
- Meist verfügen die Atemgifte über eine rasche Anfangswirkung (Sofortwirkung), jedoch über keine Dauerwirkung. In der Regel weisen sie auch beachtenswerte Giftigkeit für den Anwender auf, der durch das Einatmen der gasförmigen Stoffe gefährdet ist! Vorsichtsmaßnahmen genau beachten!
- Meist gibt es keine Rückstandsprobleme, da die Wirkstoffe flüchtig sind.

4.2.3.2. Kontaktgifte (Berührungsgifte)

Man unterscheidet zwischen ätzenden und nicht ätzenden Kontaktgiften. Die Wirkstoffe müssen mit dem Körper des Schädlings (Insekten) in Berührung kommen. Daher ist eine exakte Applikation der Mittel notwendig. Das bedeutet, dass mit einer ausreichenden Spritzflüssigkeitsmenge gearbeitet werden muss.

a) ***Ätzmittel:*** Ihre Wirksamkeit ist wenig temperaturabhängig. Sie können daher auch bei kühler Witterung erfolgreich eingesetzt werden (z.B. Winterspritzmittel im Obst- oder Weinbau). Sie verfügen meist über eine rasche Anfangs-, jedoch keine Dauerwirkung. Oft weisen sie eine

beachtenswerte Giftigkeit für den Anwender auf! Daher Schutzkleidung tragen! Meist gibt es kein nennenswertes Rückstandsproblem.

b) ***Nicht ätzende Kontaktgifte:*** Diese Mittel sind in der Regel gut fettlöslich und werden über die Körperoberfläche des Schädlings aufgenommen. Sie sind meist nicht selektiv wirksam (z.B. Pyrethroide). Je aktiver sich Insekten verhalten, umso wirksamer sind die Mittel. Daher werden bessere Erfolge bei wärmeren Temperaturen erzielt. Mitunter verfügen sie über eine langsame Anfangswirkung, jedoch gute Dauerwirkung. Damit verbunden sind aber Rückstandsprobleme.

4.2.3.3. Fraßgifte (Magengifte)

Fraßgifte werden über den Verdauungstrakt der Tiere aufgenommen. Unter den Fraßgiften gibt es eine Reihe von selektiven Mitteln für den „integrierten Pflanzenschutz“. Auf Blättern ausgebracht, werden diese mitsamt den Präparaten von den Schädlingen gefressen. Vorhandene Nützlinge sind aber nicht gefährdet, da sich diese nicht von den Blättern, sondern von den vorhandenen Schädlingen ernähren (z.B. Fenoxycarb-, Diflubenzuron- oder Triflumuron-Mittel).

Fraßgifte weisen ähnliche Eigenschaften auf wie die nicht ätzenden Kontaktgifte (siehe oben).

Manche Fraßgifte werden Schädlingen in Form von *Ködern* angeboten, wie beispielsweise bei der Bekämpfung von Vorratsschädlingen (Ratten, Hausmäusen), Wühl- und Feldmäusen im Freiland, Bisam, Maulwurfsgrillen, Schnecken u.a.

Wirkstoffe (Handelsnamen) in Ködermitteln	Anwendung gegen:
Metaldehyd	Schnecken
Methiocarb (Mesurol)	Schnecken
Eisen-III-phosphat (Ferramol)	Schnecken
Chlorpyrifos	Maulwurfsgrillen (Werren)
Chlorophacinone*) (Lepit)	Feld-, Erd- und Rötelmaus
Cuomafuryl*)	Wühlmäuse
Difenacoum*) (Racumin)	Hausmäuse
Flocoumafen*) (Storm)	Ratten, Mäuse
Warfarin*)	Ratten, Hausmäuse, Wühlmäuse
Scilliroside (Silmurin)	Ratten, Mäuse, Bisam

*) Mittel sind *Antikoagulantien* (Blutgerinnung hemmende Mittel)

4.2.4. Einteilung der Herbizide nach ihrer Wirkungsweise

4.2.4.1. Systemische Herbizide

Systemische Wirkstoffe dringen in die Pflanze ein und werden im Saftstrom weiterbefördert.

a) Wuchsstoffherbizide
Die Wirkstoffe der Wuchsstoffherbizide regen das junge Pflanzengewebe zu einem übermäßigen, todbringenden Wachstum an. Die Mittel richten sich vornehmlich gegen zweikeimblättrige Pflanzen, während die einkeimblättrigen (Gräser) weitgehend verschont bleiben. Daher werden Wuchsstoffherbizide primär bei Getreide, Mais oder im Grünland verwendet. Als systemische Mittel wirken sie auch gegen Wurzelunkräuter.

Wuchsstoffsymptome: Krümmungswuchs, Gewebewucherungen, Luftwurzelbildungen, Blattdeformationen usw.

Zu den wuchsstoffherbiziden Wirkstoffen zählen: Clopyralid, 2,4-D, 2,4-DB, 2,4-DP, Dicamba, MCPA, MCPB, MCPP, Picloram, TCB, Triclopyr u.a. Dabei wird zwischen Salz- und Esterformulierungen unterschieden. Salzformulierungen sind normalerweise für die Kulturpflanzen besser verträglich als Esterformulierungen. Daher werden heute Salzformulierungen angeboten. Außerdem ist die Gefahr einer Abdrift (durch Verdampfung) bei Estermitteln größer.
Da Wuchsstoffherbizide bei zweikeimblättrigen Kulturpflanzen leicht Schäden verursachen können, sind folgende Hinweise zu beachten, um eine *Abdrift* zu verhindern:

- Nur mit grobtropfigen Düsen und mit geringem Druck arbeiten.
- Spritzungen nur bei Windstille durchführen!

- Wuchsstoffherbizide sollen zwar bei einem warmen „wüchsigen“ Wetter, nicht aber bei (Mittags-) Hitze appliziert werden. Dabei ist bei der Verwendung von Estermitteln besondere Vorsicht geboten!

Günstige Witterungsverhältnisse für den Einsatz von Wuchsstoffherbiziden		
Witterungskriterien	*Salzformulierungen*	*Esterformulierungen*
Temperaturen zur Zeit der Applikation Nachttemperaturen relative Luftfeuchte Regen frühestens nach	über 15 °C nicht unter 5 °C über 30 Prozent 4 Stunden	5 - 20 °C nicht unter 0 °C über 50 Prozent 1 Stunde

b) Systemische Herbizide ohne Wuchsstoffeigenschaften

Diese Mittel greifen in Stoffwechselvorgänge der Pflanzen (Keimung, Assimilation, Atmung, Eiweißsynthese usw.) ein.
Schadsymptome: Welkeerscheinungen, Blattverfärbungen.

Zu dieser Gruppe von Herbiziden zählen die Triazine, Harnstoffderivate, Sulfonylharnstoffe, Phenoxypropionate, Triketone, Glyphosate (Roundup), Asulam (Asulox) u.a.

4.2.4.2. Ätz- und Kontaktherbizide

Die Ätz- und Kontaktherbizide wirken am Ort der Benetzung durch Zerstörung des Chlorophylls (Blattverbrennungen). Mitunter werden sie auch geringfügig systemisch in der Pflanze weitertransportiert und greifen in den Stoffwechsel ein. Ätz- und Kontaktherbizide sind wenig temperaturabhängig. Ihr Einsatz ist daher auch bei kühleren Temperaturen (jedoch nicht bei Frost) zielführend. Gegen Samenunkräuter sind Ätz- und Kontaktherbizide in der Regel gut, gegen Wurzelunkräuter jedoch meist nicht ausreichend wirksam.

Zu dieser Gruppe von Herbiziden zählen die Hydroxybenzonitrile (Ioxynil, Bromoxynil u.a.), Diquat (Reglone), Natriumchlorat, Phenmedipham (Betanal), Glufosinate (Basta) u.a.

Ätz- und Kontaktherbiziden kommt besondere Bedeutung bei Kleeeinsaaten im Getreidebau zu. Vergleiche Wuchsstoffherbizide.

Nachbauwartefristen bei Herbiziden für Kleeeinsaaten im Getreidebau	
Wirkstoffe:	*Nachbauwartefristen:*
Wuchsstoffherbizide: 2,4-D, MCPP, Banvel usw.	1,5 Monate
Kontaktherbizide: Illoxan, Superbarnon, Trio u.a	3 – 4 Tage

4.2.5. Einteilung der Herbizide nach der Anwendungszeit hinsichtlich der Unkrautentwicklung

Herbizide können über verschiedene Pflanzenorgane (Wurzeln, Sprosse oder Blätter) aufgenommen werden. Daher unterscheidet man zwischen Blatt- und Bodenherbiziden.

a) Blattherbizide

Zu den Blattherbiziden zählen systemische (z.B. Wuchsstoffherbizide) und nicht systemische Präparate (Kontakt- und Ätzmittel). Siehe oben. Sie müssen an den Blättern eine ausreichende Zeit antrocknen können, denn nachfolgende Niederschläge könnten die Wirkung der Blattherbizide durch Abwaschung des Spritzbelages vermindern. Bei den Blattherbiziden handelt es sich fast immer um Nachauflaufmittel.

Bei der Anwendung ***systemischer Blattherbizide*** sollen die Unkräuter eine ausreichende Blattmasse anbieten, damit die nötige letale Dosis (Wirkstoffmenge) aufgenommen werden kann. Dies ist wichtig bei der Bekämpfung von Wurzelunkräutern (z.B. Wiesenampfer im Grünland mit Asulam-Mitteln, Acker- oder Zaunwinde bei Mais oder Getreide mit Wuchsstoffherbiziden usw.). Die Unkräuter sollen jedoch noch nicht blühen, damit sie keine Samen mehr hervorbringen.

Beispiele für den notwendigen Entwicklungszustand von Wurzelunkräutern für den erfolgreichen Einsatz von systemischen Blattherbiziden:	
Wurzelunkraut:	*Entwicklungszustand:*
Wiesenampfer im Grünland	Möglichst große Blattrosette, jedoch noch keine Blüten
Acker- oder Zaunwinde in Mais	Ca. 20 cm Trieblänge im Frühjahr
Quecke auf Brachflächen	3 – 4 voll entwickelte Queckenblätter

Ätzende oder Kontakt-Blattherbizide appliziert man am günstigsten im frühen Jugendstadium der Unkräuter. Dabei werden Samenunkräuter gut bekämpft. Hingegen werden Wurzelunkräuter in ihrer Entwicklung meist nur vorübergehend geschädigt. Sie treiben bald erneut aus.

b) Bodenherbizide

Bodenherbizide werden meist über die Wurzeln, in manchen Fällen (z.B. Chloracetanilide) auch über die Sprosse aufgenommen. Eine gute Wirksamkeit setzt eine ausreichende Bodenfeuchte voraus. Ein zu hoher Humusgehalt des Bodens (über 4 Prozent) kann durch Adsorption die Wirksamkeit der Präparate stark herabsetzen.

Oft handelt es sich bei den Bodenherbiziden um Vorsaat- oder Vorauflaufherbizide, siehe Kapitel 4.2.6.

Beispiele: S-Metolachlor (Dual Gold), Pendimethalin (Stomp SC), Trifluralin (Treflan Neu), Harnstoffderivate, Triazine (Terbuthylazin u.a.) usw.

c) Boden- und Blattherbizide

Manche Herbizide können sowohl über die Wurzeln, als auch über die Blätter der Unkräuter aufgenommen werden. Sie weisen eine große Wirkungssicherheit auf. Sie vereinen nämlich die Vorteile der Bodenherbizide einerseits, als auch die der Blattherbizide andererseits.

Beispiel:
Zuckerrübe: Chloridazon (Pyramin WG)
Mais: DMTA-P (Spectrum)

4.2.6. Einteilung der Herbizide nach der Anwendungszeit hinsichtlich der Entwicklung der Kulturpflanzen

Je nach der Verträglichkeit (Selektivität) eines Herbizids muss die Anwendung zu verschiedenen Entwicklungsstadien der Kulturpflanzen erfolgen:

a) Vorsaatherbizide (pre sowing)

Diese Präparate müssen bald nach der Applikation in den Boden eingearbeitet werden, damit es zu keinen Wirkstoffverlusten kommt.

Beispiele:
Raps: Trifluralin (Treflan)
Getreide: Triallate (Avadex BW)

b) Vorauflaufherbizide (pre emergence)

Dabei handelt es sich um Bodenherbizide, die in vielen Fällen für die Kulturpflanzen schlecht oder gar nicht verträglich (phytotoxisch) sind.

Beispiele:
Mais: S-Metolachlor (Dual Gold), Pendimethalin (Stomp SC) u.a.
Wintergetreide: Pendimethalin (Stomp SC)
Kartoffel: Flufenacet (Artist), Aclonifen (Bandur), Metribuzin (Sencor WG), Prosulfocarb (Boxer) u.a.

Nachauflaufherbizide (post emergence)

Meist handelt es sich um Blattherbizide. Die Nachauflaufmittel müssen für die Kulturpflanzen gut verträglich sein. Dennoch ist auf spezielle Anwendungshinweise zu achten.

Beispiele:
Mais: verschiedene Sulfonylharnstoffe (Titus, SL 950), Dicamba (Mais-Banvel), Bromoxynil (Pardner) u.a.
Getreide: verschiedene Sulfonylharnstoffe, Wuchsstoffherbizide und Kontaktherbizide
Zuckerrübe: Phenmedipham (Betanal), Clopyralid (Lontrel), Ethofumesat (Tramat 500) u.a.

d) Unterblattherbizide (under leaf)

Es handelt sich dabei um Herbizide zur Bekämpfung einer Spätverunkrautung bei Hackfrüchten (Mais, Zuckerrüben, Gemüse). Die Mittel sind meist schlecht kulturpflanzenverträglich (phytotoxisch) und müssen daher vorsichtig mit speziellen Unterblattspritzgeräten ausgebracht werden.

Beispiel: Glufosinate (Basta) bei Mais

e) Applikation vor der Ernte (pre harvest)

Es handelt sich dabei um spezielle Maßnahmen, bei denen die Wartezeiten genau eingehalten werden müssen!

- Maßnahmen zur Ernteerleichterung mit *Dessikanten* („Austrockner“, z.B. gegen Durchwuchs bei lagerndem Getreide usw.)
- Maßnahmen zur Unkrautbekämpfung, wenn die Kulturpflanzen bereits einen bestimmten Reifegrad erreicht haben, das Unkraut sich aber noch im Wachstum befindet (z.B. Glyphosate-[Roundup-]Anwendung in Getreide 2 Wochen vor der Ernte zur Queckenbekämpfung).

4.3 Einteilung der Pflanzenschutzmittel nach ihrer Wirkungsbreite (Selektivität)

Entsprechend ihrer Selektivität können Pflanzenschutzmittel verschiedenen „-ziden“ zugeordnet werden. Diese Einteilung hat sich in der land- und forstwirtschaftlichen Praxis sehr bewährt und wird allgemein verwendet.

Schadorganismengruppe	**Pflanzenschutzmittelgruppe** (Die Nachsilbe „-zid“ bedeutet „abtötend“)
Krankheitserreger:	
Viren	Diese Krankheitserreger sind zurzeit nicht chemisch bekämpfbar.
Phytoplasmen	
Bakterien	Bakterizide
Pilze	Fungizide
Schädlinge:	
Unkräuter	Herbizide
Insekten (Kerfe)	Insektizide
Milben	Akarizide
Nematoden (Älchen)	Nematizide
Schnecken	Molluskizide
Nagetiere	Rodentizide

Pflanzenschutzmittel können mehrere „-zide“ (abtötende) Wirkungen aufweisen.

Beispiel: Methiocarb (Mesurol) wirkt molluskizid, insektizid und akarizid. Außerdem wird der Wirkstoff zur Abwehr von Fasanen im Maisbau als Repellent eingesetzt.

Die obige Einteilung ist für die land- und forstwirtschaftliche Praxis oft noch zu ungenau. Daher hat es sich als zweckmäßig erwiesen, weitere Unterteilungen vorzunehmen.

Unterteilung der Herbizide:

Im Ackerbau stellen Ungräser ein besonderes Problem dar. Mittel gegen Ungräser nennt man *Graminizide.*
In der Teichwirtschaft bezeichnet man Mittel, die Algen bekämpfen, als *Algizide* (z.B. Kupfersulfat).
Unerwünschte Gehölze (Sträucher) werden mit *Arboriziden* bekämpft.

Mitunter werden herbizide Wirkstoffe, wie Diquat (Reglone) u.a. auch als *Dessikanten* (Mittel zur Austrocknung von Pflanzenteilen) bei Saatkartoffeln, Zuckerrübensamenträgern oder beim Getreide zur Ernteerleichterung bei Zwiewuchs oder Durchwuchs eingesetzt.

In der Pflanzenzüchtung werden *Gametizide* verwendet, die die Keimung der Pollen verhindern.

Unterteilung der Fungizide:

Im Wein- und Gartenbau kommt dem Grauschimmel *Botrytis cinerea* große Bedeutung zu. Wirkstoffe, die den Grauschimmel bekämpfen, wie Fenhexamid (Teldor) oder die Dicarboximide (Rovral, Sumisclex), werden als *Botrytizide* bezeichnet.

Unterteilungen für Insektizide und Akarizide:

Je nachdem, welches Entwicklungsstadium von Insekten und Milben besonders gut bekämpft wird, unterteilt man die Insektizide oder Akarizide in

- *Ovizide* = Eier bekämpfende Mittel,
- *Larvizide* = Larven bekämpfende Mittel und
- *Adultizide* = erwachsene, geschlechtsreife Insekten oder Milben bekämpfende Mittel.

Spezielle Blattlausbekämpfungsmittel, wie Pirimicarb (Pirimor), nennt man *Aphizide.*

Mittel, die nicht abtöten:

Nicht immer ist es notwendig, tierische Schädlinge abzutöten:

Attraktantien = Lockmittel, zum Beispiel zur Bekämpfung von Schaben in Haushalten oder Lagerräumen (z.B. Schwabex-Schabenfalle). Zu den Attraktantien kann man auch die *Pheromone* zählen. Viele Lebensmittel verfügen über eine starke Lockwirkung auf tierische Schädlinge. Sie werden Ködermitteln als Attraktantien beigegeben. Beispiele:
Bierextrakt oder Kleie zur Anlockung von Schnecken
Fischmehl oder Kleie zur Anlockung von Schaben
Zucker zur Anlockung von Ameisen

Stimulantien = Reizmittel

Sterilantien = Unfruchtbarkeit verursachende Mittel

Deterrentien = Abschreckmittel

Repellentien = Abwehrmittel, Abhaltemittel, Vergrämungsmittel zum Schutz vor Wild (Wildverbiss und Schälschäden), Schadvögeln oder anderen tierischen Schädlingen.

Repellentien	***Präparate***	***Anwendungsbereiche***
Chemische:		
Antrachinon	Morkit	gegen Vogelfraß
Guazatine	Panoctin	gegen Vogelfraß
Methiocarb	Mesurol	gegen Vogelfraß
Ziram	Avistop, Korit	gegen Vogelfraß
Acridinbasen + Quassia-Extrakt + Dicyclopentadien	Arbinol WS, Arcotal S	gegen Wildverbiss
Dicyclopentadien	Arikal 67	gegen Wildverbiss
Kupfernaphthenat	Caprecol fl., Dendrocol	gegen Wildverbiss
biologische:		
Knäuel von Menschenhaaren		gegen Wildverbiss

Andere Pflanzenbehandlungsmittel

Aufgrund des Pflanzenschutzmittelgesetzes, BGBl. Nr. 60/1997, werden auch andere chemische *Pflanzenbehandlungsmittel,* wie *Wachstumsregler* (*Phytohormone*, *Halmfestiger* bei Getreide, *Fruchtausdünnungsmittel* im Obstbau, *Keimhemmmittel* bei Kartoffeln usw.) den chemischen Pflanzenschutzmitteln zugeordnet.

Beispiele für Wachstumsregler und Keimhemmmittel:

Wirkstoffe	***Präparate***	***Anwendungsbereich***
6-Benzyladenin	Maxcel	Fruchtausdünnung bei Äpfeln
Chlormequat	GVK CCC; Halmfest 400, Stabilan 400, Tricolan	Halmfestiger bei Weizen, Roggen und Hafer
Chlorpropham (CIPC), Propham	Neo-Stop	Keimhemmung bei Kartoffeln
Ethephon	Cerone	Halmfestiger bei Gerste
	Flordimex 420	Förderung der Blütenbildung bei Äpfeln, Förderung der Blütenbildung bei Pelargonium zonale und Dendranthema x grandiflorum
Ethephon+Mepiquat	Terpal	Halmfestiger bei Gerste
Flurpirimidol	Topflor	Stauchemittel bei Chrysanthemen u.a. Blumen
Gibberelline GA3	Berelex u.a.	Glattschaligkeit bei Äpfeln, Förderung des Fruchtansatzes bei Birnen
Gibberelline GA4+7	Regulex, Gibb plus, u.a.	
Idolylbuttersäure	Seradix	Bewurzelungshilfsmittel
Naphthylessigsäure	Rhodofix	Fruchtausdünnung oder Verhinderung des vorzeitigen Fruchtfalls bei Äpfeln
Naphthylessigsäureamid	Dirigol N, Luxan Late-Val	
Prohexadion-Ca	Regalis	Hemmung des Triebwachstums bei Äpfeln, Zusatzwirkung gegen sekundären Feuerbrandbefall, Stauchen von Topfpflanzen
Trinexapac-ethyl	Moddus	Halmfestiger bei Winterweizen, Gerste, Roggen, Triticale, Hafer, Winterraps

4.4. Einteilung der Pflanzenschutzmittel nach ihrer chemischen Zusammensetzung

Als Pflanzenschutzmittel finden sowohl natürlich vorkommende als auch synthetische Stoffe Verwendung. *Synthetisch* bedeutet, dass die Wirkstoffe künstlich hergestellt werden. Zum Teil werden natürlich vorkommende Stoffe ebenfalls in Laboratorien synthetisiert (z.B. Pyrethrine).

Das Angebot an Pflanzenschutzmitteln unterliegt einem ständigen Wandel. Es werden ständig neue Pflanzenschutzmittel zugelassen oder aus dem Verkehr gezogen. Auch bei den Anwendungsbereichen gibt es ständig Veränderungen. Dieses Buch stellt somit kein Nachschlagewerk für zugelassene Pflanzenschutzmittel dar. Der Verwender von Pflanzenschutzmittel muss sich bei den Beratungsstellen laufend über den neuesten Stand informieren. Denn es dürfen im Pflanzenschutz nur zugelassene Mittel nach den geltenden Anwendungsbestimmungen verwendet werden!

4.4.1. Pflanzenschutzmittel natürlicher Herkunft

4.4.1.1. Anorganische Wirkstoffe natürlicher Herkunft

Anorganische Wirkstoffe finden im Pflanzenschutz nur gelegentlich Verwendung, da sie für viele Pflanzen schlecht verträglich (phytotoxisch) sind (z.B. Kupfermittel, Schwefelmittel). Außerdem kann es in den Böden bei wiederholter Anwendung zu unerwünschten Anreicherungen an Schwermetallen kommen (z.B. bei Kupfermitteln).

A n o r g a n i s c h e W i r k s t o f f e n a t ü r l i c h e r H e r k u n f t

Wirkstoffe (Mittel):	*Ausgangsmaterialien:*	*Anwendung gegen*
Kupferoxichlorid, Kupferhydroxid, Kupfersulfat	Kupfererze	diverse Pilz- und Bakterienkrankheiten
Aluminiumsulfat	Aluminiumsilikate	Schnecken
Eisen-II-sulfat	Eisenerze	Moos in Rasenflächen
Eisen-III-phosphat	Eisenerze, Phosphate	Schnecken
Netzschwefel	Schwefel	Echte Mehltaupilze, Milben
Schwefelkalkbrühe (Calziumpolysulfide)	Schwefel + Kalk	Schildläuse, Spinnmilbeneier, Echter Mehltau, Schorf u.a. Pilze
Phosphit	Phosphate	Falscher Mehltau
Natriumchlorat ($NaClO_3$)	Kochsalz	Unkräuter auf land- und forstwirtschaftlich nicht genutzten Flächen
Quecksilber (Metoxyäthylacetat)	Zinnober u.a. Quecksilbererze	als Wundverschlussmittel bei Bäumen, früher auch als Beizmittel bei Getreide

K u p f e r m i t t e l

Kupfermittel werden schon seit über 100 Jahren bewusst zur Behandlung von Pilzkrankheiten, nämlich als *Bordeaux-Brühe* (ein Gemisch von Kupfersulfat und Kalk), im Pflanzenschutz eingesetzt. Heute werden sie als Kupferoxichlorid- oder Kupfersulfat-Mittel verwendet. Der Gebrauch von Kupfermitteln ist wegen der oft nicht ausreichenden Pflanzenverträglichkeit (phytotoxische Erscheinungen) eher rückläufig. Besonders bei jungen Pflanzen können Kupfermittel einen „Wachstumsschock“ verursachen. Außerdem führt eine zu häufige Anwendung zu einer Kumulierung von Kupfer im Boden, die wiederum phytotoxische (Pflanzen schädigende) Erscheinungen auslösen kann. Daher sollte man jährlich nicht mehr als 5 kg Kupfermittel je Hektar ausbringen. Wegen dieser Gründe wurden die Kupfermittel weitgehend von synthetischen organischen Fungiziden (Kapitel 4.4.2.3) verdrängt. Eine Ausnahme stellt der „Biologische Landbau“ dar, der synthetische Mittel ablehnt.

Kupfersulfat $CuSO_4$
Kupferoxichlorid $3Cu(OH)_2.CuCl_2$

Bei den Kupfermitteln handelt es sich um breit wirksame Belagsfungizide, die vorbeugend auf die Kulturpflanzen aufgebracht werden müssen. Sie wirken durch eine Enzymhemmung in den Pilzzellen. Daneben verfügt Kupfer auch noch über eine bakterizide Wirkung. Kupfer ist für die Pflanzen (und Tiere) auch ein Spurennährstoff.

S c h w e f e l m i t t e l

Zu den klassischen Fungiziden zählt auch der Schwefel. Um Schwefel mit einer Spritzflüssigkeit ausbringen zu können, muss er aufbereitet werden. Für den Pflanzenschutz steht er als „Netzschwefel“ zur Verfügung. Schwefelmittel sind Kontaktfungizide, die in den Pilzzellen hemmend in den Elektronentransport eingreifen. Ihre Wirksamkeit setzt einerseits nicht zu tiefe Temperaturen (> 20°C) voraus. Andererseits kann es bei zu warmen Temperaturen zu Blattverbrennungen an den Kulturpflanzen (z.B. bei Kürbisgewächsen, Schwarze Johannisbeeren) kommen. Schwefelmittel werden primär zur Behandlung von Echten Mehltaupilzen (Apfelmehltau, Oidium bei Weinreben, Getreidemehltau u.a.) eingesetzt. Sie sind gleichzeitig auch akarizid wirksam.

4.4.1.2. Organische Wirkstoffe natürlicher Herkunft

Immer öfter stellen Naturstoffe in der Forschung den Ausgangspunkt für Pflanzenschutzmittelwirkstoffe, wie beispielsweise das Pyrethrum für die Pyrethroide, dar.

Wirkstoffe (Präparate)	***Herkunft***	***Anwendungsbereiche gegen***
Pyrethrum	*Chrysanthemum cinerafolis* und andere Chrysanthemenarten	Kornkäfer, Haushaltsungeziefer, Blattläuse usw.
Rotenon	Wurzeln von *Derris elliptica* (einer tropischen Leguminosenart)	Haushaltsungeziefer, Blattläuse u.a.
Ryanodin	*Ryania speciosa*	Diverse Insektenraupen
Nikotin	Tabakpflanzen	Blattläuse
Quassia-Extrakt	*Quassia amara* (ein tropisches Bitterholz)	Haushaltsungeziefer, Blattläuse
Sojaextrakt	Sojabohnen	Echte Mehltaupilze, Blattläuse, Weiße Fliegen, Spinnmilben
Azadirachtin A	Samen des Niembaumes *Azadirachta indica*	Kartoffelkäfer u.a. Käferarten, Gespinstmotten u.a. Raupen, Blattläuse
Sachalin-Staudenknöterichextrakt	Sachalin-Staudenknöterich	Grauschimmel
Scillirosid (Silmurin-Köder)	Rote Meereszwiebel *Urginea maritima*	Nagetiere (Ratten, Mäuse, Bisam)
Antibiotika, z.B. Streptomycin	diverse Pilze, z.B. *Streptomyces griseus*	Bakteriosen, z.B. Feuerbrand *Erwinia amylovora* des Kernobstes
Mineralöle, Paraffinöle und Rapsöl (Telmion)	Erdöl Rapssamen	Spinnmilbeneier, Blattlauseier, Schildläuse, Pockenmilben bei Birnen und Zwetschken usw.
Oleum foeniculi	Fenchelölextrakt	Echte Mehltaupilze
Schmierseifen	Kaliseife	Blattläuse, Spinnmilben, Weiße Fliegen
Thiocyclam (Evisect)	Meereswürmer *Lumbrinereis sp.*	In der Schweiz gegen Sägewespen, Apfelblütenstecher im Obstbau und gegen Kartoffelkäfer zugelassen

P h e r o m o n p r ä p a r a t e

Zu den organischen Pflanzenschutzmitteln natürlicher Herkunft sind auch die *Pheromonpräparate* zu zählen, die für die Verwirrungstechnik (Verwirrung von Schmetterlingsmännchen) im Obst- und Weinbau oder zum Wegfangen von Borkenkäfern im Forst im Handel angeboten werden. Pheromone werden heute synthetisch hergestellt.

Pheromonpräparate sind sehr selektiv wirksam. Sie schonen Nützlinge und sind daher für die Durchführung eines integrierten Pflanzenschutzes gut geeignet. Die Selektivität kann aber auch nachteilig sein. Beispielsweise zeigte sich, dass bei der Anwendung der Verwirrungstechnik im Apfelanbau gegen den Apfelwickler auf einmal ein „neuer“ Schädling, nämlich der Kleine Fruchtwickler, auftrat. Der Kleine Fruchtwickler war in den Obstgärten stets vorhanden, wurde aber wegen des sehr ähnlichen Schadbildes von den Obstbauern dem Apfelwickler „zugeordnet“ und mit synthetischen Insektiziden automatisch mitbekämpft. Die Selektivität kann daher die Kosten für den Pflanzenschutz verteuern.

Pheromonpräparate für die Verwirrungstechnik:
RAK 1: Zur Verwirrung des Einbindigen Traubenwicklers
RAK 1 und 2: Zur Verwirrung des Einbindigen und Bekreuzten Traubenwicklers zugelassen
RAK 3: Zur Verwirrung des Apfelwicklers und Fruchtschalenwicklers
RAK 7: Zur Verwirrung des Apfelbaumglasflüglers

Die Ausbringung der Präparate erfolgt mit sogenannten Dispensern (Verdunstern), die in den Obst- oder Weingärten ausgehängt werden.

Pheromonpräparate zum Anlocken und Wegfangen von Borkenkäfern:
Chalcoprax, Chalzowit: Zum Anlocken des Kupferstechers
Trypowit: Zum Anlocken des Gestreiften Nutzholzborkenkäfers
Pheroprax, Ipsowit: Zum Anlocken des Buchdruckers

Die Präparate werden in Folienbeuteln geliefert. Die Folienbeutel werden in speziellen Fallen ausgehängt oder an Fangbäumen angebracht.

Virus-, Bakterien- und Pilzpräparate

Vollständigkeitshalber sei in diesem Zusammenhang auch auf Virus- und Bakterienpräparate zur Bekämpfung von Raupen und anderen Larven hingewiesen (siehe Kapitel 1.4). Dabei handelt es sich um Fraßgifte, die von den Larven aufgenommen werden müssen. In der Folge erkranken diese und sterben ab. Nützlinge sind durch die Virus- und Bakterienpräparate nicht gefährdet.

Granuloseviruspräparate sind sehr selektiv wirksam.

Carpovirusine: Gegen Apfelwickler anwendbar.
Capex: Gegen Fruchtschalenwickler anwendbar.

Bacillus-thuringiensis-Präparate:

Die von den *Bacillus-thuringiensis*-Arten gebildeten *Delta-Endotoxin-Kristalle* werden von den Larven der Schädlinge gefressen und gelangen in deren Verdauungstrakte. Da die Verdauung der Insektenlarven im basischen Milieu erfolgt, können die Kristalle dort eine toxische Wirkung entfalten. Die Larven stellen zunächst ihre Fraßtätigkeit ein und sterben innerhalb von 2 bis 3 Tagen. Da die Verdauung der Menschen und der anderen Säugetiere im Magen im sauren Milieu beginnt, sind sie durch die Endotoxin-Kristalle nicht gefährdet.

Bacillus-thuringiensis-Mittel:

Organismen:	*Mittel:*
Bacillus thuringiensis var. kurstaki	Biobit XL, Delfin, Dipel, Foray 48 B, Thuricide (gegen Raupen)
Bacillus-thuringiensis var. tenebrionis	Novodor FC (gegen Käfer)

Pilzpräparate gegen Insekten:

Manche Pilze sind in der Lage, mit ihren Hyphen die Haut der Insekten zu durchdringen. Das Myzel durchwächst mehr oder weniger den gesamten Körper der Insekten und führt zu deren Tod.
Mit dem Präparat Vertalec, dem der Pilz *Verticillium lecanii* zugrunde liegt, wurde bereits in vielen Situationen ein guter Erfolg bei der Bekämpfung von Blattläusen in Glashäusern erzielt.
Mit BIO 1020 steht dem Gartenbau in Glashäusern in Deutschland auch ein als Granulat formuliertes Präparat des Pilzes *Metarhizium anisopoliae* zur Bekämpfung des Gefurchten Dickmaulrüsslers Verfügung.

Zurzeit ist man bemüht, ein als Granulat formuliertes Präparat des Pilzes *Beauveria brongniartii* gegen Engerlinge (Maikäfer u.a.) zu entwickeln.

Bakterien- und Pilzpräparate gegen Pilze:

Bacillus subtilis-Präparat:

Mit Hilfe des Bacillus subtilis-Präparates *FZB24* ist es möglich, Pflanzen vor bodenbürtigen Krankheitserregern zu schützen. Die Anwendung erfolgt durch Beizung von Samen oder durch Angießen der jungen Pflanzen.

Pseudomonas chloroaphis-Präparate:

Pseudomonas chloroaphis ist eine im Boden natürlich vorhandene Bakterienart. In konzentrierter Form als Beizmittel auf Getreidesaatgut aufgebracht, vermehrt sie sich dort und erzeugt biozide Substanzen, die samenbürtige Krankheitserreger an der Entwicklung hindern.
Mittel und Anwendungen:
Cedomon (formuliert in Rapsöl): Gegen Weizensteinbrand bei Dinkel, Fusarium-Saatgutverseuchung bei Dinkel, Gerste und Hafer, Netzfleckenkrankheit bei Gerste, Streifenkrankheit bei Gerste sowie gegen Streifenkrankheit bei Hafer.

Cerall (formuliert auf Wasserbasis): Gegen Weizensteinbrand bei Weizen, Fusarium-Saatgutverseuchung bei Weizen, Roggen und Triticale sowie gegen Septoria-Saatgutverseuchung (Septoria nodorum) bei Weizen.

Coniothyrium minitans-Präparat:

Coniothyrium minitans ist ein im Boden lebender Pilz, der Dauerkörper (Sklerotien) bestimmter pilzlicher Krankheitserreger, wie von Sclerotinia sclerotiorum oder Sclerotinia minor, befallen und abtöten kann. Er wird in Form des wasserdirpergierbaren Granulats *Contans WG* angeboten. Es kann unter optimalen Bedingungen (ausreichende Bodenfeuchtigkeit, Bodentemperatur 12 °C bis 20 °C) 2 bis 3 Monate nach der Ausbringung mit einer weitgehenden Bodenentseuchung gerechnet werden.

Pflanzenschutzmittel pflanzlichen Ursprungs

Organische Wirkstoffe, die von Pflanzen erzeugt werden, sind meist sehr kurzlebig. Die Pflanzen erzeugen nämlich diese fortwährend und könnten sich bei einer Anreicherung in deren Organen selbst schaden. Daher müssen sich in der Pflanze die Produktion und der Abbau dieser Wirkstoffe in einem Gleichgewichtszustand befinden. Durch geringfügige Veränderungen an den jeweiligen Strukturformeln ist es Chemikern gelungen, kurzlebige Stoffe in stabilere umzuformen, die für den Pflanzenschutz besser geeignet sind, wie beispielsweise Pyrethrum ⇨ Pyrethroide; Strobilurin A ⇨ Kresoximmethyl oder Azoxystrobin. Außerdem kommt die Extraktion der Wirkstoffe aus den Pflanzen häufig teurer als die Herstellung synthetischer Präparate. Weiters produzieren die Pflanzen oft Gemische ähnlicher Stoffe. Synthetisch hergestellte Mittel weisen einen höheren Reinheitsgrad und eine gleich bleibende Konzentration auf.

Pyrethrine

Pyrethrine werden aus den Blütenköpfen der Chrysanthemenart *Chrysanthemum cinerafolis* extrahiert, die unter anderem in Ostafrika kultiviert wird. Meist wird den Pyrethrum-Präparaten als Synergist der synthetische Wirkstoff Piperonylbutoxid beigesetzt, der die Abwehrmechanismen schwächt, die Insekten gegen die Pyrethrine entwickeln können. Im Handel werden Pyrethrum-Piperonylbutoxid-Präparate unter den Bezeichnungen *Parexan* oder *Spruzit neu* als Kontaktmittel gegen freilebende, beißende (z.B. Käfer) oder saugende (z.B. Blattläuse) Insekten, sowie als *Granex Kornkäferstaub* gegen den Kornkäfer bei Lagergetreide angeboten.

Azadirachtin

Der Stoff *Azadirachtin A* (Handelsname: *NeemAzal-T/S*) wird aus den Samen des ursprünglich in Indien beheimateten Niembaums (engl. *neem*, Familie: Mahagoniengewächse) gewonnen. Dabei handelt es sich um einen Stoff, der schon in einer sehr geringen Menge die Entwicklung der Insektenlarven hemmt, indem er in deren Hormonhaushalt eingreift. In der Folge können sich die Schädlinge nicht mehr häuten. *NeemAzal-T/S* wird zur Bekämpfung von Kartoffelkäfer, Blattläuse, Weiße Fliegen, Minierfliegen, Thripse, Raupen und Spinnmilben verwendet. In der Pflanze wird der Stoff weitergeleitet.

Abamectin

Der im Kontakt- und Fraßgift *Vertimec* enthaltene Wirkstoff Abamectin wird aus dem im Boden vorkommenden Strahlenpilz *Streptomyces avermitilis* gewonnen.

4.4.2. Synthetische Pflanzenschutzmittel

Nachfolgend werden die wichtigsten synthetischen Pflanzenschutzmittel nach ihrer Wirkungsweise, chemischen Struktur und in Wirkstoffgruppen geordnet angeführt. Pflanzenschutzmittel, die einer bestimmten Wirkstoffgruppe angehören, weisen ähnliche Eigenschaften (Wirkungsweise, Wirkungsbreite, Abbauverhalten usw.) auf. Ein wiederholtes Anwenden von Pflanzenschutzmitteln derselben Gruppe fördert die Selektion resistenter Schadorganismenstämme.

Die Aufzählung der Wirkstoffgruppen richtet sich weitgehend nach dem österreichischen „Amtlichen Pflanzenschutzmittelverzeichnis“ (Stand 2008), das im Internet unter www.ages.at abgerufen werden kann. (Es gibt aber auch Abweichungen. Es sind nämlich einige Wirkstoffe bzw. Pflanzenschutzmittel

angeführt, deren Zulassung in Österreich noch nicht ausgesprochen worden ist, die aber in den nächsten Jahren erwartet wird. Dabei wurden Handelsbezeichnungen übernommen, die im benachbarten Ausland gebräuchlich sind. In einzelnen Fällen sind zum besseren Verständnis auch Wirkstoffe bzw. Pflanzenschutzmittel erwähnt, die schon einmal in Österreich zugelassen waren, jedoch aus dem „Amtlichen Pflanzenschutzmittelverzeichnis“ ausgeschieden worden sind.)

4.4.2.1. Synthetische Insektizide

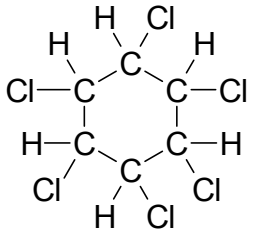
1. Nervengifte (Neurotoxine)

Nervengifte sind Stoffe, die an verschiedenen Stellen des Nervensystems in die Reizleitungen eingreifen können.

1.1 Chlorierte Kohlenwasserstoffe

Die Entdeckung der insektiziden Eigenschaften von DDT (**D**ichlor**d**iphenyl**t**richloräthan) durch den Schweizer Chemiker Dr. Paul H. Müller im Jahre 1939 leitete eigentlich erst das Zeitalter des chemischen Pflanzenschutzes ein. Heute sind die Chlorierten Kohlenwasserstoffe schon wieder weitgehend von anderen Wirkstoffen abgelöst worden. Wegen ihrer Persistenz (Langlebigkeit) und den damit verbundenen Rückstandsproblemen wurden sie verboten und aus dem Verkehr gezogen. Zu den Chlorierten Kohlenwasserstoffen zählten DDT, techn. HCH (Hexachlorcyclohexan), HCB (Hexachlorbenzol), Chlordan, Heptachlor, Aldrin, Dieldrin, Endrin, Kelevan u.a. Von den Chlorierten Kohlenwasserstoffen findet heute in Österreich praktisch nur mehr gelegentlich *Endosulfan* (Thiodan) zur Bekämpfung von Weichhautmilben (Kräusel- und Pockenmilbe im Weinbau, Erdbeermilbe u.a.), Kartoffelkäfer und andere Insekten Verwendung.

Strukturformel von Lindan (Gamma-HCH):



1.2 Natrium–Kanal–Modulatoren

Die Insektizide dieser Gruppe bewirken eine Verlängerung der Öffnungszeiten der Natriumkanäle im zentralen und peripheren Nervensystem der Insekten. Dadurch kommt es zu einem dauernden Reizzustand, der schließlich den Tod der Insekten herbeiführt.

Pyrethrine und Pyrethroide

Die Pyrethroide stellen synthetisch hergestellte Abkömmlinge des Pyrethrums dar, eines insektiziden Stoffes, der aus bestimmten Chrysanthemenarten gewonnen werden kann. Im Unterschied zu den natürlichen Pyrethrinen sind die Pyrethroide UV-lichtstabil und daher für den Einsatz als Pflanzenschutzmittel gut geeignet.

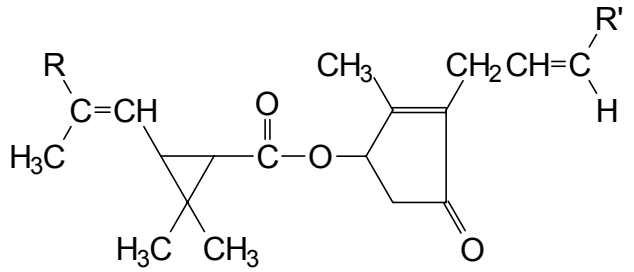
Gegenüber Warmblütern sind die Pyrethrine und Pyrethroide weniger toxisch und werden wegen der kurzen Wartezeiten bevorzugt im Gemüsebau eingesetzt. Auch bei blühenden Ackerkulturen (Raps, Pferdebohnen) kommen Pyrethroide zur Anwendung. Die meisten Pyrethroide sind zwar für Bienen nicht ungefährlich, weisen aber gegenüber diesen eine mehr oder weniger ausgeprägte Repellentwirkung auf. Das Pyrethrine-Mittel *Granex Kornkäferstaub* wird im Vorratsschutz eingesetzt.

Pyrethroide verfügen über eine große Wirkungsbreite gegen Insekten (Breitbandinsektizide). Wegen der fehlenden Selektivität werden sie beim integrierten Pflanzenschutz bei perennierenden Kulturen (Wein-, Obst- oder Ziergehölzbau) abgelehnt. Neben den Schädlingen werden nämlich auch Nützlinge, vor allem Raubmilben, stark geschädigt oder abgetötet. In der Folge können sich

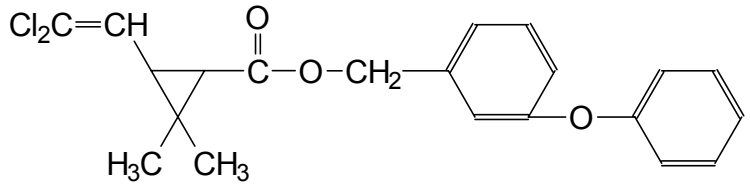
Spinnmilben übervermehren. Manche Pyrethroide (Cyfluthrin) hemmen aber auch die Vermehrung von Spinnmilben.

Anders ist die Situation bei den einjährigen Kulturen im Freiland (Getreide, Raps, Feldgemüse). Neuere Pyrethroide (*Esfenvalerate* u.a.) schonen weitgehend Schwebfliegen, Schlupfwespen oder Laufkäfer, also Nützlinge, die im Ackerbau von Bedeutung sind.

Natürliches Pyrethrum:



Permethrin:



Beispiele für Pyrethroide:

Wirkstoffe:	*Mittel:*
Pyrethrine	Spruzit neu, Granex Kornkäferstaub
Alpha-Cypermethrin	Fastac
Bifenthrin	div. Ameisenmittel im Haushalt
Cyfluthrin	Baythroid, Bayofly
Cypermethrin	Cymbigon, Epigon
Deltamethrin	Decis
Esfenvalerate	Sumi-Alpha
Lambda-Cyhalothrin	Karate Zeon, Trafo
Tefluthrin	Force
Zeta-Cypermethrin	Fury 10 Ew

1.3. Natrium–Kanal–Blocker

1.3.1. I n d o x a c a r b

Ebenfalls über den Natrium-Kanal, jedoch auf andere Weise wie die Pyrethrine und Pyrethroide, wirkt Indoxacarb (Mittel: *Steward*) als Nervengift. Durch die Blockierung des Na-Ioneneinstroms in die Nervenzellen wird bei den Insekten die Reizentstehung und -leitung gehemmt. Indoxacarb findet Verwendung vor allem zur Bekämpfung von Raupen (Traubenwickler, Schalenwickler, Frostspanner u.a.) und Zikaden (Rebzikaden). Nach der Behandlung kommt es zu einer sofortigen Lähmung der Raupen. Indoxacarb wirkt als Kontakt- und Fraßgift. Chemisch gehört der Stoff zu den Oxadiazinen.

1.3.2. M e t a f l u m i z o n e

Ebenfalls zu den Natrium-Kanal-Blockern zählt der Wirkstoff Metaflumizone (Mittel: *Alverde*). Metaflumizone ist ein Fraß- und Kontaktgift mit rascher Wirkung. Die Blockierung des Durchflusses von Natrium-Ionen durch den spannungsregulierenden Natrium-Kanal im Nervensystem der Insekten erfolgt offensichtlich auf eine besondere Weise, da bislang keine Kreuzresistenzen mit Pyrethroiden, Indoxacarb, Neonicotinoiden usw. beobachtet werden konnten. Es kommt zu einer Unterdrückung der Reizweiterleitung und damit zu einer Lähmung der Insekten. Der Wirkungsmechanismus ist somit gegensätzlich zu den Pyrethroiden. Metaflumizone wirkt besonders gegen Käferlarven, Raupen u.a.

1.4. Acetylcholinesterase–Hemmer

Die Wirkung der Phosphorinsektizide und Carbamate beruht auf einer Blockierung des Enzyms Acetylcholinesterase (AChE), dem bei der Nervenreizleitung im tierischen Körper eine bedeutende Rolle zukommt.

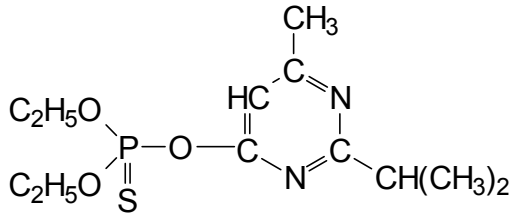
1.4.1. Phosphorinsektizide

Bei den Phosphorinsektiziden handelt es sich um verschiedene Esterverbindungen der Phosphorsäure. Phosphorinsektizide waren vor rund 40 bis 50 Jahren eine sehr wichtige Insektizidgruppe (z.B. das Parathionmittel *E 605*). Wegen ihrer hohen Anfangstoxizität und geringen Selektivität haben sie heute stark an Bedeutung verloren. Zum Schutz des Anwenders sind die meisten Phosphorinsektizide nur mit einer Giftbezugsbewilligung erhältlich.

Phosphorinsektizide dringen in das Pflanzengewebe ein (Tiefenwirkung) und erreichen somit auch minierende oder in eingerollten Blättern versteckt sitzende Schädlinge (z.B. Blattläuse). Manche Phosphorinsektizide werden sogar mit dem Saftstrom in den Pflanzen weitertransportiert und verfügen daher über systemische Eigenschaften. Da Phosphorinsektizide relativ rasch abbauen, ist das Rückstandsproblem im Großen und Ganzen von untergeordneter Bedeutung. Phosphorinsektizide wirken als Fraß- und Kontaktgifte. Da viele Phosphorinsektizide schon bei normalen Temperaturen verdampfen, kommt der Atemgiftwirkung ebenfalls eine große Bedeutung zu.

Als Breitbandinsektizide (fehlende Selektivität gegenüber Nützlingen) sind die Phosphorinsektizide im integrierten Pflanzenschutz im Obst- und Weinbau nicht erwünscht.

Strukturformel Parathion:



Beispiele für Phosphorinsektizide im Pflanzenschutz:

Mit Kontakt- und Tiefenwirkung:	
Wirkstoffe:	*Mittel:*
Chlorpyrifos	Dursban 2E, Agritox u.a.
Chlorpyrifos-methyl	Reldan 2E
Phosalone	Rubitox
Phosmet	Imidan 50 Spritzpulver

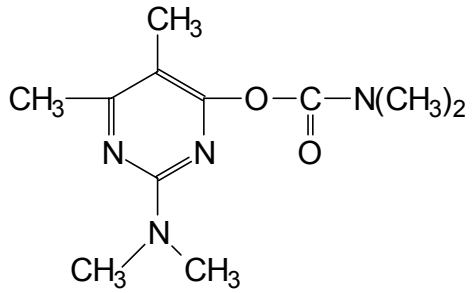
Mit systhemischer Wirkung:	
Wirkstoffe:	*Mittel:*
Dimethoate	Perfekthion S
Fosthiazate *)	Nemathorin 10 G
Omethoate	Folimat
Oxydemeton-methyl	Metasystox R/5

*) Ein Nematizid

1.4.2. Insektizide Carbamate

Carbamate sind Ester der Carbaminsäure. Carbamate zeigen sehr unterschiedliche biozide Wirkungen. Es gibt solche mit insektiziden, fungiziden oder herbiziden Eigenschaften. Einige Carbamate zeigen sogar Eigenschaften, die den Phytohormonen ähnlich sind, wie beispielsweise der Wirkstoff Carbaryl, der in manchen europäischen Obstbaugebieten zum Fruchtausdünnen bei Äpfeln verwendet wird. (Carbaryl ist derzeit in Österreich nicht zugelassen.) Die insektizide Wirkung der Carbamate beruht, wie bei den Phosphorinsektiziden (siehe oben), auf einer Blockierung der Cholinesterase.

Strukturformel von Pirimicarb:



Beispiele für Carbamate gegen tierische Schädlinge:

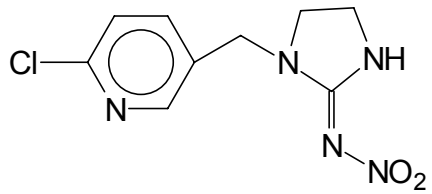
Wirkstoffe:	*Mittel:*
Carbofuran	Furadan Granulat
Methiocarb	Mesurol Schneckenkorn (ein Molluskizid)
Methomyl	Lannate 25 W
Oxamyl	Vydate L
Pirimicarb	Pirimor Granulat

1.5. Neonikotinoide

Die Neonikotinoide leiten sich vom Nikotin ab, einer im Tabak vorkommenden Wirkstoffgruppe. Tabakextrakte wurden früher gegen Blattläuse verwendet, wurden aber später von technisch hergestelltem Nikotin und Nikotinsulfat abgelöst. Nikotin ist für den Anwender sehr giftig (Atemgift)!

Bei den Insekten wirken die Neonikotinoide als Nervengifte, indem sie die chemische Signalübertragung, ähnlich dem natürlichen Acetylcholin, stören. Im Unterschied zum Acetylcholin wird der Wirkstoff in den Insekten nur langsam abgebaut. Die Neonicotinoide blockieren die Acetylcholin-Rezeptoren im zentralen Nervensystem und führen zu einer raschen Schädigung der Insekten. Die Anfangswirkung tritt im Vergleich zu den Phosphorinsektiziden oder Carbamaten aber etwas langsamer ein. Kennzeichnend für die Neonikotinoide ist die geringe Aufwandmenge je Flächeneinheit. Neonikotinoide verteilen sich in den Pflanzen systemisch. Sie wirken als Fraß- und Kontaktgifte.

Strukturformel von Imidacloprid:



Neonicotinoid-Mittel:

Wirkstoffe:	*Mittel:*
Acetamipid	Mospilan, SWIRR Fliegenstreifen *)
Clothianidin	Dantop, Poncho (Saatgutbehandlungsmittel)
Imidacloprid	Confidor 70 WG, Quick Bayt, Gaucho
Thiacloprid	Calypso, Biscaya
Thiamethoxam	Actara, Cruiser 70 WS

1.6. Spinosyne

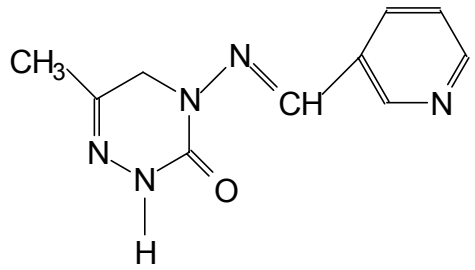
Der Spinosyn-Wirkstoff *Spinosad* blockiert ebenfalls die Acetylcholin-Rezeptoren im Nervensystem der Insekten, jedoch auf eine andere Weise als die Neonikotinoide, so dass eine Kreuzresistenz mit diesen nicht zu erwarten ist. Die Wirkstoffaufnahme erfolgt als Fraß- und Kontaktgift. Nach der Aufnahme kommt es nach etwa einer Stunde zu einer irreversiblen Lähmung der Insekten.

Spinosad-Mittel: *Conserve* gegen Thripse im Zierpflanzenbau,
Spy gegen Stallfliegen

1.7. Pymetrozine

Bei *Pymetrozin* handelt es sich um einen insektiziden Wirkstoff aus der Gruppe der *Pyridine-azomethine.* Sie weisen eine besondere Wirkung gegen Blattläuse (ausgenommen Mehlige Apfelblattlaus) und Mottenschildläuse (Weiße Fliegen) auf. Der Wirkstoff wird primär über die Wurzeln und nur im geringen Maße über die Blätter aufgenommen. In den Pflanzen wird der Wirkstoff im Xylem akropetal weitergeleitet. Durch die Aufnahme von Pymetrozin kommt es bei den Blattläusen und Mottenschildläusen zu einer irreversiblen Lähmung des Stech- und Saugapparats. Das bedeutet, dass die Insekten nicht gleich sterben, sondern noch einige Stunden oder Tage am Leben bleiben. Es gibt also keinen *knock-down-effect.* Der Tod tritt durch Verhungern ein. Da der Wirkstoff die Bienen und die meisten Nützlinge (Marienkäfer, Schwebfliegen oder parasitäre Wespen) schont, ist er für den integrierten Pflanzenschutz geeignet. Pymetrozin ist als *Plenum* im Handel erhältlich und ist für den Einsatz gegen Schädlinge in Hopfen, Kartoffeln, Salat, Kohl, Gurken und anderen Gemüsearten sowie Zierpflanzen bedeutsam.

Strukturformel von Pymetrozin:



1.8. Chlorid–Kanal–Aktivatoren

A b a m e c t i n und M i l b e m e c t i n

Abamectin (Mittel: *Vertimec*) und Milbemectin (Mittel: *Milbeknock*) sind Kontakt- und Fraßgifte mit akarizider und insektizider Wirkung. Da die Mittel vornehmlich gegen Spinnmilben verwendet werden, werden sie im Kapitel 4.4.2.2 Sythetische Akarizide besprochen.

1.9. Calcium–Haushalt störende Mittel

F l u b e n d i a m i d e

Der Wirkstoff Flubendiamide (Gruppe: Phthalsäurediamide) bindet sich in den Muskelzellen der Insekten an die Ryanidin-Rezeptoren. Diese regeln in den Muskelzellen die Calciumkonzentration. Durch die Störung der Calciumkonzentration verlieren die Insekten völlig die Kontrolle über ihre Muskeln und sterben schließlich ab. (Ähnlich wirkt auch der Stoff Ryanodin des in Südamerika vorkommenden Strauches *Ryania speciosa*.) Der Wirkstoff Flubendiamide ist als nützlingsschonend eingestuft. Es kann damit gerechnet werden, dass Flubendiamide-Mittel in den nächsten Jahren für den Pflanzenschutz zugelassen werden.

2. I n s e k t i z i d e W a c h s t u m s r e g l e r (Insect Growth Regulators IGR)

2.1. Chitinsynthesehemmer

B e n o z y l - H a r n s t o f f e

Zu den Benozyl-Harnstoffen zählen die Belagsinsektizide D i f l u b e n z u r o n (Mittel: *Dimilin*), T r i - f l u m u r o n (*Baycidal*) und H e x a f l u m u r o n (*Insex*). Die Benozyl-Harnstoffe hemmen die Chitinsynthese („Häutungshemmer“). Das bedeutet, dass nach einer Häutung der Insektenlarven kein neuer Chitinpanzer gebildet werden kann (larvizide Wirkung). Erwachsene Insekten werden nicht erfasst.

Als Fraßgifte werden die Benozyl-Harnstoffe praktisch nur von den Schädlingen aufgenommen, wenn sich diese von den behandelten Blättern oder Früchten ernähren. Nützlinge (einschließlich Raubmilben) bleiben hingegen verschont. Wegen dieser selektiven Wirkung finden diese Mittel Anwendung im Rahmen eines integrierten Pflanzenschutzes bei der Bekämpfung von Schmetterlingsraupen, Afterraupen (Blattwespenlarven) und Blattsaugern im Obstbau, bei Ziergehölzen und im Forst. Ein weiteres Einsatzgebiet ist die Bekämpfung von Fliegen im Stallbereich.

B u p r o f e z i n

Anders als die Benozyl-Harnstoffe (siehe oben), hemmt auch der Wirkstoff Buprofezin (Pflanzenschutzmittel: *Applaud*) die Häutung von Insektenlarven (Larvizid). Adulte (erwachsene) Insekten werden nicht abgetötet, legen aber nach der Behandlung sterile Eier. Das bedeutendste Anwendungsgebiet von Applaud ist die Bekämpfung von Weißen Fliegen (vornehmlich im ersten Larvenstadium) bei Zierpflanzen und Fruchtgemüse (z. B. Gurken, Tomaten u.a.). Bei Leguminosen sollte Buprofezin nicht eingesetzt werden. Da gleichzeitig Nützlinge geschont werden, eignet sich Applaud gut für einen integrierten Pflanzenschutz bei Kulturen unter Glas.

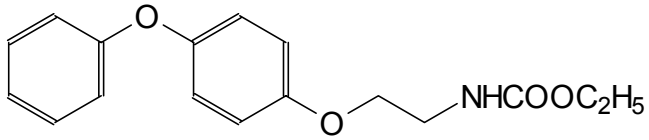
2.2. Metamorphosehemmer

F e n o x y c a r b

Chemisch gesehen ist der Wirkstoff Fenoxycarb (Handelsname: *Insegar*) ebenfalls ein Carbamat. In diesem Falle handelt es sich aber um kein Nervengift, sondern um einen Stoff, der in den Entwicklungszyklus der Insekten eingreift. Als „Metamorphosehemmer“ mimt Fenoxycarb das Juvenilhormon, das den Wechsel von einem Stadium zum nächsten (z.B. Raupe ⇨ Puppe) verhindert. Behandelte Insekten sterben zwar nicht gleich ab, jedoch wird ihre Weiterentwicklung gestört.

Insegar zählt zu den selektiven (nützlingsschonenden) Insektiziden und wird daher im integrierten Pflanzenschutz im Obst- und Weinbau zur Bekämpfung von Schmetterlingsraupen (Apfelwickler, Fruchtschalenwickler, Pflaumenwickler, Traubenwickler u.a.) und Schildläusen eingesetzt. Die Selektivität ist aber abhängig vom Entwicklungsstadium der Nützlinge und der Konzentration der Spritzbrühe. Zu beachten ist allerdings, dass Insegar nicht auf blühende Pflanzen gelangt. Wird nämlich ein durch Insegar kontaminierter Pollen an die Larven von Bienen verfüttert, kann er bei diesen schwere Schäden verursachen. Raubmilben und Schlupfwespen sind durch Insegar praktisch nicht gefährdet.

Strukturformel von Fenoxycarb



P y r i p r o x y f e n

Ähnlich dem Fenoxycarb (siehe oben) wirkt auch der Wirkstoff Pyriproxyfen wie ein Juvenilhormon. Das Pyriproxyfen-Mittel *Admiral* unterbricht bei Weißen Fliegen den Entwicklungszyklus vom Ei zur Larve. Erwachsene Weiße Fliegen werden nicht erfasst.

2.3. Häutungsbeschleuniger (Moulting Accelerating Coumpounds MAC)

D i a c y l h y d r a z i n e

Zu dieser Wirkstoffgruppe zählen die Wirkstoffe T e b u f e n z o i d (Mittel: *Mimic*) und M e t h o x y – f e n o z i d e (*Runner*), zwei Stoffe, die die Häutung von Insektenlarven beschleunigen. Beide Stoffe wirken wie das Häutungshormon *Ecdyson*. Werden eine Insektenlarven mit diesen Wirkstoffen behandelt, stellen sie ihre Fraßtätigkeit ein. Gleichzeitig wird eine für sie todbringende Häutung eingeleitet. Die Stoffe können im Obstbau zur Bekämpfung der Raupen des Frostspanners, Apfelwickler sowie der Schalenwickler oder Eulenschmetterlinge eingesetzt werden. Im Weinbau sind die Stoffe zur Bekämpfung der Traubenwickler geeignet. Da Raubmilben, Marienkäfer,

Blumenwanzen, Florfliegen oder Schwebfliegen wenig gefährdet sind, sind Tebufenzoid und Methoxyfenozide auch für einen integrierten Pflanzenschutz tauglich.

4.4.2.2. Synthetische Akarizide

1. Wachstumshemmer

Clofentezin

Mit dem Clofentezin-Mittel *Acaristop* (im Ausland auch *Apollo* genannt) ist es möglich, gegen phytophage (pflanzenschädigende) Spinnmilben (vor allem gegen die Obstbaumspinnmilbe) vorzugehen, während gleichzeitig Nützlinge (einschließlich der Raubmilben) geschont werden. Diese selektive Eigenschaft macht den Wirkstoff wertvoll für einen integrierten Pflanzenschutz im Obst-, Wein- und Ziergehölzbau.

Bei Clofentezin ist ovizid und larvizid wirksam. Der ideale Zeitpunkt bei der Bekämpfung der Obstbaumspinnmilbe ist im Frühjahr beim beginnenden Schlüpfen der Larven (Nymphen) aus den Wintereiern gegeben. Da es sich bei Clofentezin um ein Kontaktakarizid handelt, ist auf eine gute Benetzung zu achten. Wegen der Gefahr der Ausbildung resistenter Spinnmilbenstämme soll Clofentezin jährlich nur einmal eingesetzt werden.

Hexythiazox

Das Hexythiazox-Mittel *Acorit* wirkt als Entwicklungshemmer bei Spinnmilben. Der Wirkstoff richtet sich gegen die Eier und Larven (Nymphen), hingegen werden die erwachsenen Spinnmilben nicht geschädigt. Behandelte Spinnmilbenweibchen können aber keine lebensfähigen Eier mehr ablegen. Hexythiazox ist nützlingsschonend (einschließlich der Raubmilben) und ist daher für den Einsatz im Rahmen eines integrierten Pflanzenschutzes im Obst-, Wein- oder Gartenbau gut geeignet. Wegen der Gefahr der Ausbildung resistenter Spinnmilbenstämme soll Hexythiazox jährlich nur einmal eingesetzt werden. Die Aufnahme des Wirkstoffes durch Spinnmilben erfolgt als Kontakt- oder Fraßgift. Auf Blättern ausgebracht verhält sich der Wirkstoff translaminar.

2. Mitochondrien–Stoffwechselhemmer

2.1. METI – Gruppe

METI ist die Abkürzung für **M**itochondrial **E**lectron **T**ransport **I**nhibitor. Das bedeutet, dass der Elektronentransport in den Mitochondrien unterbrochen wird. Mitochondrien sind die „Kraftwerke der Zellen“. Sie oxidieren Traubenzucker (Zellatmung) und Fettsäuren (β-Oxidation) aus der Nahrung und gewinnen dabei Speicherenergie.

Zu dieser Gruppe von Akariziden gehören die Wirkstoffe Fenpyroximate (Handelnamen: *Samba K*) und Tebufenpyrad (*Masai*). Es handelt sich um Kontakt- und Fraßgifte, die vor allem gegen Larven, aber auch gegen adulte Spinnmilben wirksam sind. Eier der Spinnmilben werden nur ungenügend abgetötet. Um der Ausbildung resistenter Spinnmilbenstämme vorzubeugen, sollen Mittel aus der METI-Gruppe nur einmal pro Jahr eingesetzt werden.

2.2. Naphthoquinone

Acequinocyl

Der Wirkstoff Acequinocyl (Mittel: *Kanemite*) greift ebenfalls störend in den Stoffwechsel der Mitochondrien ein, jedoch an anderer Stelle als die oben erwähnten Mittel der METI-Gruppe. Daher wurde bislang keine Kreuzresistenz mit Fenpyroximate- oder Tebufenpyrad-Mitteln beobachtet. Acequinocyl wirkt als Kontaktakarizid gegen Larven und erwachsene Milben, jedoch nicht gegen deren Eier.

3. N e r v e n g i f t e

3.1. C h l o r i d – K a n a l – A k t i v a t o r e n

A b a m e c t i n und M i l b e m e c t i n

Abamectin (Mittel: *Vertimec*) und Milbemectin (Mittel: *Milbeknock*) sind Kontakt- und Fraßgifte mit akarizider und insektizider Wirkung. Die Wirkstoffe bewirken Lähmungen bei Milben (Spinnmilben und Weichhautmilben) und saugenden Insekten (Thripse, Weiße Fliegen) durch Stimulation der Freisetzung von γ-Aminobutter-Säure, einem Hemmer der Neurotransmitter. Da die Stoffe auch das Blattgewebe durchdringen, sind sie auch gegen minierende Schädlinge (Larven der Minierfliegen) wirksam.

3.2. C a r b a z a t e

B i f e n a z a t e

Der Wirkstoff Bifenazate (Mittel: *Floramite*) wirkt auf alle Stadien von Milben als Nervengift. Die Aufnahme erfolgt als Kontaktakarizid. Gegenüber Insekten zeigt Bifenazate keine solche Wirkung. In den Milben kommt es zu einer Störung der Leitungsbahnen bei den Transfers von Reizen zu den Muskeln. Die Folge ist eine Hyperaktivität des Nervensystems. Die Milben stellen nach ca. drei Stunden ihre Saugtätigkeit ein. Nach 3 bis 4 Tagen sterben die Milben ab.

4. Lipoid-Stoffwechselstörer

K e t o e n o l e

Die Wirkstoffe S p i r o d i c l o f e n (Mittel: *Envidor*) und S p i r o m e s i f e n (Mittel: *Oberon*) sind Tetronsäurederivate und greifen bei Spinnmilben in die Lipoidbiosynthese ein.

Das Spirodiclofen-Mittel *Envidor* wirkt gegen die Eier, besonders aber gegen junge Larven der Spinnmilben. Die Wirkung gegen adulte Spinnmilben ist unbefriedigend. Die Mittel weisen eine langsame Anfangs-, aber gute Dauerwirkung auf. Das Spiromesifen-Mittel *Oberon* ist auch zur Bekämpfung Weißer Fliegen im Gemüsebau geeignet.

4.4.2.3. S y n t h e t i s c h e F u n g i z i d e

1. E i w e i ß s t o f f w e c h s e l s t ö r e n d e S t o f f e

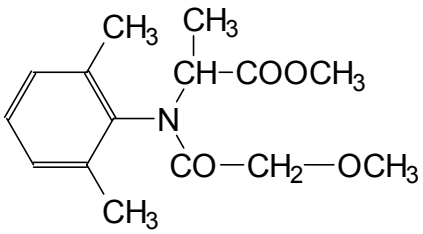
1.1 P h e n y l a m i d e (PA-Fungizide)

Das Hauptanwendungsgebiet der Phenylamide ist die Behandlung Falscher Mehltaupilze im Obst-, Wein-, Hopfen-, Gemüse- und Zierpflanzenbau. Phenylamide werden ins Pflanzengewebe aufgenommen und systemisch weitergeleitet. Sie weisen daher vornehmlich eine kurative Wirkung auf. Sie greifen in die Eiweißsynthese ein, nämlich bei der RNA-Polymerase, sodass sie Pilze sowohl während der Sporenkeimung, als auch nach dem Eindringen ins Pflanzengewebe bekämpfen. Eine einseitige, wiederholte Anwendung von Phenylamiden bei der Bekämpfung von Pilzkrankheiten kann zu Resistenzerscheinungen führen. Daher werden Phenylamide meist in Kombination mit Belagsfungiziden (z.B. Mancozeb) angeboten.

Wirkstoffe:	*Mittel:*
Metalaxyl-M	Fonganil Gold
Metalaxyl-M + Folpet *)	Ridomil Gold Combi
Metalaxyl-M + Mancozeb *)	Ridomil Gold MZ
Metalaxyl-M + Fludioxinil *)	Maxim XL
Benalaxyl + Mancozeb *)	Galben M

*) Wirkstoffe sind keine Phenylamide.

Strukturformel von Metalaxyl:



1.2. I s o x a z o l e

Isoxazole greifen in die DNA/RNA-Synthese der Pilze ein. H y m e x a z o l, ein fungizider Wirkstoff aus der Gruppe der Isoxazole, breitet sich in den Pflanzen systemisch aus. Hymexazol ist besonders zur Behandlung bodenbürtiger Krankheiten (*Pythium*-Arten, Fusariosen, *Rhizoctonia solani* u.a.) bei Zuckerrüben, Gemüse (Gurken) und Zierpflanzen geeignet. In Österreich sind Hymexazolmittel unter der Handeslbezeichnung *Tachigaren* erhältlich.

1.3. H y d r o x y – (2 – a m i n o -) p y r i m i d i n e

B u p i r i m a t e

Systemisch wirksamer Stoff, der vor allem kurativ gegen Echte Mehltaupilze (Apfelmehltau, Amerikanischer Stachelbeermehltau, Rosenmehltau) eingesetzt werden kann. In Österreich unter der Handelsbezeichnung *Nimrod EC* erhältlich. Auch Bupirimate greifen in den Eiweißstoffwechsel ein, nämlich durch Hemmung des Enzyms Adenosindeaminase.

2. Zellteilungshemmer

2.1. B e n z i m i d a z o l e und T h i o p h a n a t e

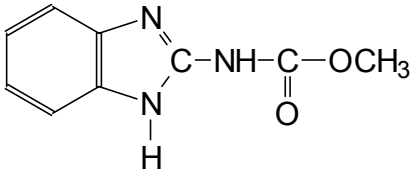
Die BCM-Wirkstoffe Benzimidazole und Thiophanate stören in der Pilzzelle die Zellteilung (Mitose). Beide Stoffe dringen ins Blattgewebe ein und werden mit dem aufsteigenden Saftstrom (akropetal) im Xylem (Bastteil) systemisch weitertransportiert. Daher erklärt sich auch die gute Wirkung gegen Tracheomykosen (z.B. *Verticillium*) beim Tauchverfahren (z.B. vor dem Auspflanzen von Erdbeeren). Daneben weisen die Benzimidazole auch eine gute Kontaktwirkung auf. Wichtige Anwendungsgebiete sind gegen die Lagerfäulen bei Kernobst, Weißstängeligkeit (Sclerotinia) bei Raps, Halmbruchkrankheit des Getreides, Grauschimmel (Botrytis) und Fusariosen bei Zierpflanzen. Zum Teil wurden nach wiederholter Anwendung gegen die aufgezählten Krankheitserreger Resistenzerscheinungen beobachtet.

BCM-Mittel:

Wirkstoffe:	*Mittel:*
Carbendazim (Benzimidazol)	Decarol
Carbendazim + Iprodion*)	Rovral TS (Schlämmbeize)
Thiophanate-methyl	Cercobin FL

*) Kein BCM-Wirkstoff.

Strukturformel von Carbendazim:



2.2. Z o x a m i d e

Zoxamide greifen beim β-Tubulin-Zusammenbau in den Zellteilungsvorgang (Mitose) der Pilze ein. Zoxamide finden als *Electis* Verwendung bei der Bekämpfung Falscher Mehltaupilze, der

Peronospora-Krankheit der Weinrebe oder der Kraut- und Knollenfäule der Kartoffel. *Electis* ist ein Kombinationspräparat des systemisch wirksamen Zoxamide und dem Belagswirkstoff Mancozeb.

2.3. Weitere Zellteilungshemmer

Weitere Wirkstoffe, die auf unterschiedliche Weise in die Zellteilungsvorgänge eingreifen, sind die Fluopicolide (im Mittel *Infinito* enthalten) und Pencycuron (im Mittel *Mocaren Flüssigbeize* enthalten). *Infinito* ist ein Kombinationspräparat mit dem Wirkstoff Fluopicolide.

3. Atmungshemmer

3.1. Carboxamide

Die Carboxamide-Stoffe Boscalid, Mepronil und Carboxin greifen durch Hemmung der Succinatedehydrogenase in die Atmung der Pilze ein.

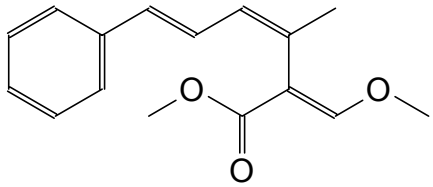
Carboxamide-Mittel:

Wirkstoffe:	*Mittel:*
Boscalid	Cantus
Boscalid + Epoxiconazol *)	Champion
Boscalid + Kresoxim-methyl *)	Collis
Mepronil	Basitac 75 WP
Carboxin + Guazatine-Acetat *)	Albox C (Beizmittel)

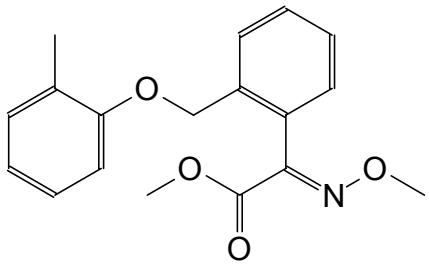
*) Wirkstoffe sind keine Carboxamide

3.2. Strobilurine

Die Strobilurinderivate sind eine Wirkstoffgruppe, die sich von Naturstoff Strobilurin A ableitet. Dabei handelt es sich um eine Substanz, die der Kiefernzapfenrübling und der Beringte Schleimrübling, zwei Waldpilze, erzeugen, um andere Pilze als Nahrungskonkurrenten fernzuhalten.



Strobilurin A



Kresoxim-methyl

Strobilurine unterbrechen den Elektronentransport der mitochondrialen Atmungskette (durch Hemmung des Elektronentransportes am Cytochrom-bc_1-Komplex). Mitochondrien sind Organellen, die in jeder pflanzlichen oder tierischen Zelle vorhanden sind. In der Praxis des Pflanzenschutzes wird vor allem eine Hemmung der Sporenkeimung und -entwicklung beobachtet.

Die Strobilurinderivate weisen, je nach Wirkstoff, eine mehr oder weniger starkes, akropetal systemisches Verhalten in den Pflanzen (Blättern) auf. Sie besitzen eine Wirkung gegen Echte und Falsche Mehltaupilze, Rostpilze, *Alternaria*-Pilze, Grauschimmel, Apfelschorf und andere pilzliche Krankheitserreger (Breitbandfungizid) und werden bei Getreide, Kartoffeln, Obstgehölzen, Weinreben, Gemüse- und Zierpflanzen eingesetzt.

Nach der Anwendung von Strobilurin-Mittel kann bei Getreide ein so genannter Greening-Effekt beobachtet werden. Das heißt, dass die Getreidepflanzen länger langsamer abreifen. Sie bleiben daher länger grün und können auch länger assimilieren. Dies wirkt sich auf den Ertrag aus. Vor einer übermäßigen Verwendung von Strobilurin-Mittel muss aber gewarnt werden, da es zu Resistenzerscheinungen kommen kann. Deswegen werden heute die Strobilurin-Mittel vermehrt in Kombination mit anderen Wirkstoffen angeboten.

Strobilurinderivate:

Wirkstoffe:	*Mittel:*
Azoxystrobin	Amistar, Ortiva
Azoxystrobin + Chlorthalonil *)	Amistar Opti
Azoxystrobin + Folpet *)	Universalis
Picoxystrobin	Acanto
Pyraclostrobin + Epoxiconazol *)	Opera
Pyraclostrobin + Epoxiconazol *) + Fenpropimorph *)	Diamant
Pyraclostrobin + Metiram *)	Cabrio Top
Kresoxim-methyl	Discus, Stroby WG
Kresoxim-methyl + Boscalid *)	Collis
Kresoxim-methyl + Fenpropimorph *)	Brio
Kresoxim-methyl + Epoxiconazol *)	Juwel
Kresoxim-methyl + Epoxiconazol *) + Fenpropimorph *)	Juwel Top
Trifloxystrobin	Flint, Twist
Trifloxystrobin + Propiconazol *)	Stratego
Dimoxystrobin + Epoxiconazol *)	Swing Gold
Famoxadone + Cymoxanil *)	Equation Pro, Tanos
Famoxadone + Flusilazol *)	Charisma
Fluoxastrobin + Prothioconazole *)	Fandango

*) Wirkstoffe sind keine Strobilurinderivate.

3.3. D i n o c a p und F l u a z i n a m

Dinocap- und Fluazinam wirken als Atmungshemmer, indem sie die oxydative Phosphorylierung in den Pilzzellen unterbinden. Dadurch wird die Sporenkeimung und -entwicklung unterbunden. Die Dinocap- und Fluazinam-Mittel zählen zu den Belagsfungiziden. Das bedeutet, dass ein bereits vorhandener Befall nicht bekämpft wird. Eine weitere Ausbreitung der Infektionen wird aber verlässlich abgestoppt. Die Bildung von resistenten Pilzstämmen wird als gering eingeschätzt.

Bei den D i n o c a p-Mitteln handelt es sich um Kontaktfungizide mit einer kurativen Wirkung gegen Echte Mehltaupilze. Sie finden Verwendung im Obst- und Weinbau. Gleichzeitig weist Dinocap eine Nebenwirkung gegen Spinnmilben auf. Die Anwendung kann bei Temperaturen zwischen 5° bis 30°C erfolgen. Der Wirkstoff ist daher weniger temperaturabhängig als die Schwefelmittel). Dinocap-Mittel sind in Österreich unter den Namen *Karathane LC* oder *Arcotan* im Handel erhältlich.

Die Fluazinam-Mittel *Shirlan* und *Winner* werden zur Behandlung der Kraut- und Knollenfäule im Kartoffelbau eingesetzt.

4. Aminosäuren- und Proteinsynthesehemmer

A n i l i n o - P y r i m i d i n e

Anilino-Pyrimidine hemmen die Methionin-Biosynthese der Pilze. Sie dringen in das Blattgewebe ein (translaminar und systemisch) und können daher präventiv und kurativ (gegen den Apfelschorf 2-3 Tage) angewendet werden. Anilino-Pyrimidine verhindern bereits das Eindringen der Pilzehyphen ins Blattgewebe. Im Obstbau zeigen Anilino-Pyrimidine eine Wirkung gegen Schorfpilze und Monilia, in Wein- und Erdbeeren gegen den Grauschimmel. Da sich die Mittel gegenüber Raubmilben neutral verhalten, sind sie für die Durchführung eines integrierten Pflanzenschutzes im Obst- und Weinbau gut geeignet.

Anilino-Pyrimidine-Mittel:

Wirkstoffe:	*Mittel:*
Cyprodinil	Chorus, Unix
Cyprodinil + Cyproconazol *)	Radius
Cyprodinil + Fludioxonil *)	Switch
Cyprodinil + Fludioxonil *) + Tebuconazol *)	Solitär (Beizmittel)
Mepanipyrin	Frupica
Pyrimethanil	Scala
Pyrimethanil + Fluquinconazol *)	Vision

*) Wirkstoffe sind keine Anilino-Pyrimidine-Mittel.

5. Signaltransduktion störende Stoffe

Die Signalübertragung von einem Rezeptor (Reizempfänger) zum Effektor (ausführendes Gen) wird als Transduktion bezeichnet.

5.1. Q u i n o x y f e n

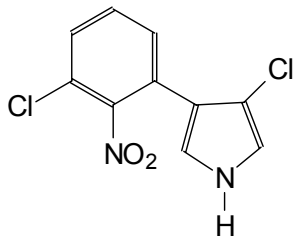
Der Wirkstoff Quinoxyfen unterbindet bei den Echten Mehltaupilzen die Zellwachstumssignale. Dadurch wird die Ausbildung von Haftorganen (Appressorien) keimender Echter Mehltaupilze verhindert. Es gelingen keine Infektionen, so dass die Pilze absterben. Das Quinoxyfen-Mittel *Legend* wird zur Bekämpfung des Echten Mehltaus bei Weinreben, *Fortress* zur Bekämfung des Getreidemehltaus eingesetzt.

5.2. P h e n y l p y r r o l e

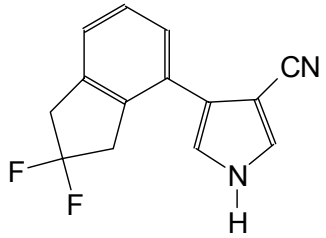
Die Phenylpyrrole leiten sich von den fungizid wirksamen Pyrrolnitrinen ab, die Abbauprodukte von Pseudomonas-Arten (Bakterien) sind, die im Boden leben.

F l u d i o x o n i l

Der zu den Phenylpyrrolen zählende Wirkstoff *Fludioxonil* greift in den Zellmetabolismus ein, indem eine Proteinkinease, ein Enzym, das seinerseits in die Aktivität von anderen Enzymen eingreift, hemmt. Dadurch wird die Funktion der Zellmembran gestört.



Pyrrolnitrin



Fludioxonil

Fludioxonil-Mittel:

Wirkstoffe:	*Mittel:*
Fludioxonil	Celest (Wasserbeize)
Fludioxonil + Difenconazol *)	Celest extra 050 FS (Beizmittel)
Fludioxonil + Difenconazol *) + Tebuconazol *)	Landor CT (Beizmittel bei Getreide)
Fludioxonil + Cyprodinil *)	Switch
Fludioxonil + Metalaxyl-M *)	Maxim XL (Beizmittel)
Fludioxonil + Cyprodinil *) + Tebuconazol *)	Solitär (Beizmittel)

*) Wirkstoffe sind keine Fludioxonil –Mittel.

5.3 D i c a r b o x i m i d e

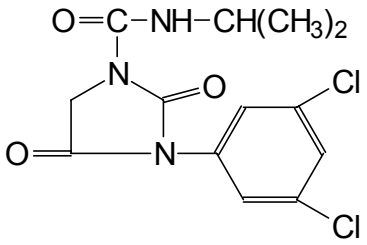
Bei den Dicarboximiden handelt es sich um Kontaktfungizide zur Behandlung von Botrytis (Grauschimmel), Sclerotinia, Rhizoctonia, Alternaria, Monilia oder Didimella bei Weinreben, Erdbeeren, verschiedenen Gemüsearten und Getreide. Die Anwendung der Dicarboximide erfolgt vorbeugend (präventiv) zur Verhinderung der Keimung der Pilzsporen. Bei bereits gekeimten Sporen wird ein Weiterwachsen des Keimschlauchs unterbunden. Dabei greifen die Dicarboximide in die Kernteilung und Chitinsynthese der Pilze ein.

Dicarboximide-Mittel:

Wirkstoffe:	*Mittel:*
Iprodione	Rovral
Iprodione + Carbendazim *)	Rovral TS (Beizmittel)
Procymidone	Sumisclex

*) Wirkstoff ist kein Dicarboximide-Mittel.

Strukturformel von Iprodion:



6. Lipid- und Membransynthesehemmer

6.1. P h o s p h o r o t h i o l a t e

Mit T o l c l o f o s - m e t h y l (Mittel: *Rizolex*) gibt es ein fungizid wirksames Phosphorothiolate-Mittel. *Tolclofos-methyl* wirkt als Kontaktfungizid und greift bei den Pilzen in den Lipidhaushalt (Lipidperoxidation) ein. Dadurch wird die Keimung der Sporen unterbunden. *Pyrazophos* dringt in das Pflanzengewebe ein und wird akropetal weitergeleitet. Dadurch kann der Stoff auch kurativ eingesetzt werden.

6.2. F u n g i z i d e C a r b a m a t e

P r o p a m o c a r b

Der Wirkstoff Propamocarb dringt über die Wurzeln oder Blätter ins Pflanzengewebe ein und wird in den Leitungsbahnen akropetal weitergeleitet. Er stört die Fettsäuresynthese und in der Folge die Durchlässigkeit der Zellmembran. Dadurch wird eine Weiterentwicklung des Pilzmyzels im Blattinneren verhindert. Im Boden wird Propamocarb mikrobiell abgebaut. Der Wirkstoff Propamocarb richtet sich vor allem gegen Falsche Mehltaupilze.

Propamocarb-Mittel:

Wirkstoffe:	*Mittel:*
Propamocarb	Previcur N, Proplant
Propamocarb + Fluopicolide *)	Infinito
Propamocarb + Mancozeb *)	Tattoo

*) Wirkstoffe sind keine Propamocarb-Mittel.

C a r b o n s ä u r e a m i d e (**C**arboxylic **A**cid **A**mides, **CAA**-Fungizide)

Die CAA-Fungizide greifen in die Phosphorlipidsynthese und in der Folge in die Zellwandbildung der Falschen Mehltaupilze (Peronospora-Krankheit der Weinrebe, Kraut- und Knollenfäule der Kartoffel u.a.) ein. Dabei sind sie besonders wirksam gegen die Keimung der Zoosporen und Sporangien. Die Keimung wird sofort gestoppt und die Sporen werden zerstört. Zu den CAA-Fungiziden zählen die Zimtsäure-Amide, die Mandelsäureamide und die Valinamid-Carbamate. CCA-Fungizide besitzen nicht nur eine Kontaktwirkung, sondern dringen auch ins Pflanzengewebe ein (tiefenwirksam, lokalsystemisch).

CAA-Fungizide:

Wirkstoffgruppen:	*Wirkstoffe:*	*Mittel:*
Zimtsäure-Amide	Dimethomorph (DMM)	Forum
	Dimethomorph (DMM) + Folpet *)	Forum Star
	Dimethomorph (DMM) + Mancozeb	Acrobat Plus WG
Valinamid-Carbamate	Benthiavalicarb-Isopropyl + Mancozeb *)	Valbon
	Benthiavalicarb-Isopropyl + Folpet *)	Vincare
	Iprovalicarb + Folpet *)	Melody Combi
Mandelsäure-Amide	Mandipropamid	Revus

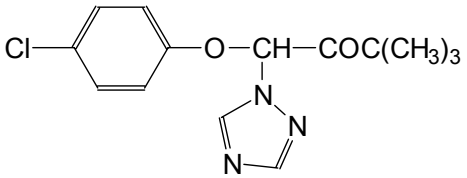
*) Wirkstoffe sind keine CAA-Fungizide.

7. Sterolbiosynthesehemmer

7.1 Triazole, Imidazole, Pyridine und Pyrimidine

Triazole, Imidazole, Pyridine und Pyrimidine sind fungizide Wirkstoffe, die in den pilzlichen Stoffwechsel eingreifen, indem sie die Ergostyrolsynthese hemmen. Sie werden daher oft nur als SSH-Mittel (**S**terol**s**ynthese**h**emmer) oder SBI (**s**terol **b**iosynthesis **i**nhibitor) bezeichnet. Im Unterschied zu den Morpholinen und Piperidinen, die ebenfalls in die Ergostyrolsynthese eingreifen, hemmen sie die C_{14}-Demethylase (andere bessere Bezeichnung: DMI = **de**methylation **i**nhibitor). Daher kommt es zu keiner Kreuzresistenz mit den Morpholinen und Piperidinen. Ergostyrol ist ein unentbehrlicher Bestandteil des Gewebes vieler Pilze. Ausnahmen bilden die Oomyceten. Daher werden auch die Falschen Mehltaupilze, wie die Peronosporakrankheit der Weinrebe, die Kraut- und Knollenfäule der Kartoffel, der Falsche Mehltau des Salats, die *Pythium*-Arten u.a. nicht bekämpft.

Strukturformel von Triadimefon:



DMI-Fungizide:

Wirkstoffgruppen:	*Wirkstoffe:*	*Mittel:*
Imidazole	Fenamidone + Mancozeb *)	Gemini
	Imazalil	Fungaflor Nebel
	Imazalil + Guazatine-Acetat *)	Panoctin plus
	Imazalil + Cyproconazol	Zardex G
	Prochloraz	Sportak 45 EC
	Prochloraz + Fluquinconazol	Flamenco FS
	Triflumizole	Condor
Triazole	Bitertanol	Baycor, Baymat flüssig
	Cyproconazol	Alto 240 EC, Caddy
	Cyproconazol + Cyprodinil *)	Radius
	Cyproconazol + Imazalil	Zardex G
	Difenoconazol	Score, Eria
	Difenoconazol + Fenpropidin *)	Spyrale
	Epoxiconazol	Opus
	Epoxiconazol + Dimoxystrobin*)	Swing Gold
	Epoxiconazol + Kresoxim-methyl*)	Juwel
	Epoxiconazol + Kresoxim-methyl *) + Fenpropimorph *)	Juwel Top
	Epoxiconazol + Pyraclostrobin *)	Opera
	Epoxiconazol + Pyraclostrobin *) + Fenpropimorph *)	Diamant
	Fluquinconazol + Prochloraz	Flamenco FS
	Fluquinconazol + Pyrimethanil *)	Vision
	Flusilazol	Capitan, Nustar 20 DF
	Flusilazol + Carbendazim *)	Harvesan
	Metconazol	Caramba
	Myclobutanil	Systhane 20 EW
	Penconazol	Topas 100 EC
	Propiconazol	Tilt 250 EC
	Propiconazol + Fenpropidin *)	Agent
	Propiconazol + Fenpropidin *) + Tebuconazol	Gladio
	Propiconazol + Trifloxystrobin *)	Stratego
	Prothioconazole	Proline, Redigo
	Prothioconazole + Fluoxastrobin *)	Fandango
	Prothioconazole + Spiroxamine *)	Input
	Tebuconazol	Folicur
	Tebuconazol + Spiroxamine *)	Pronto Plus
	Tebuconazol + Triazoxide *)	Raxil
	Triadimenol	Bayfidan 050 EW

*) Wirkstoffe sind keine DMI-Fungizide *).

7.2. A m i n e (M o r p h o l i n e, P i p e r d i n e und S p i r o k e t a l a m i n e)

Ursprünglich gab es nur die Wirkstoffgruppe der *Morpholine (Aldimorph, Dodemorph, Fenpropimorph, Tridemorph)*, inzwischen wurde sie um die Piperidine *(Fenpropidin, Piperalin)* und *Spiroketalamine (Spiroxamine)* erweitert.

Diese Amine greifen ebenfalls in die Sterolbiosynthese der Pilze ein, jedoch an einer anderen Stelle wie die Triazole, Imidazole, Pyridine und Pyrimidine. Daher kommt es auch zu keiner Kreuzresistenz mit diesen. Sie hemmen nämlich die $\Delta^8 \rightarrow \Delta^7$-Isomerase und/oder die Δ^{14}-Reduktase in der pilzlichen Sterolbiosynthese. Sie werden über die Blätter oder Wurzeln aufgenommen und systemisch in den Pflanzen verteilt. Als systemische Fungizide sind sie auch kurativ wirksam.

Amine-Mittel:

Wirkstoffgruppe	*Wirkstoffe*	*Mittel*
Morpholine	Dodemorph	Corbel, Meltatox
	Fenpropimorph + Epoxiconazol *) + Kersoxim-methyl *)	Juwel Top
	Fenpropimorph + Epoxiconazol *) + Pyraclostrobin *)	Diamant
	Fenpropimorph + Kersoxim-methyl*)	Brio
Piperidine	Fenpropidin	Zenit M
	Fenpropidin + Difenoconazol *)	Spyrale
	Fenpropidin + Propiconazol *)	Agent
	Fenpropidin + Propiconazol *) + Tebuconazol *)	Gladio
Spiroketalamine	Spiroxamine	Prosper
	Spiroxamine + Prothioconazole *)	Input
	Spiroxamine + Tebuconazol *)	Pronto Plus

*) Wirkstoffe sind keine Amine

7.3. H y d r o x y a n i l i d e

Ebenfalls zu den Sterolbiosynthesehemmern zählt auch der zu den Hydroxyaniliden zählende Wirkstoff
F e n h e x a m i d (Mittel: *Teldor*). Fenhexamid hemmt die 3-Ketoreduktase und die C4-Demethylation in den Zellen der Botrytis- und Monilia-Pilze. *Teldor* wird im Wein-, Obst-, Gemüse- und Zierpflanzenbau eingesetzt.

9. Mittel mit noch nicht geklärten Wirkmechanismen

9.1.C y m o x a n i l (C u r z a t e)

Bei Cymoxanil handelt es sich um einen kontaktfungiziden Stoff mit Tiefenwirkung (lokalsystemisch), der kurativ gegen Pilzkrankheiten (vor allem gegen Falsche Mehltaupilze, wie Peronospora bei Weinreben und Hopfen, Kraut- und Knollenfäule bei Kartoffeln u.a.) eingesetzt werden kann. Im Handel werden Cymoxanil-Mittel in Kombination mit Belagsfungiziden angeboten, um sowohl die Wirkungsdauer zu verlängern, als auch allfälligen Resistenzbildungen zu begegnen.

Cymoxanil-Mittel:

Wirkstoffe:	*Mittel:*
Cymoxanil + Dithianon *)	Aktuan
Cymoxanil + Famoxadone *)	Equation Pro, Tanos
Cymoxanil + Folpet *)	Curifol
Cymoxanil + Kupfer-oxychlorid *)	Kupfer Fusilan 540 WG
Cymoxanil + Mancozeb *)	Curzate M
Cymoxanil + Metiram *)	Aviso

*) Keine Cymoxanil-Mittel

9.2. A l u m i n i u m – F o s e t y l

Aluminium-Fosetyl (Mittel *Aliette WG*) ist ein vollsystemischer Wirkstoff, der vorwiegend über die Blätter aufgenommen wird. In den Pflanzen wirkt Aluminium-Fosetyl als „Bioaktivator“. Das heißt, dass

die Pilzkrankheiten indirekt bekämpft werden, indem sich die natürlichen Abwehrmechanismen der Pflanzen verstärken. Aus diesem Grunde sollen Aluminium-Fosetyl-Mittel primär vorbeugend eingesetzt werden. Aluminium-Fosetyl richtet sich gegen Falsche Mehltaupilze.

9.3. M e t r a f e n o n e, P r o q u i n a z i d und C y f l u f e n a m i d

Die tiefenwirksamen Stoffe *Metrafenone* (Mittel: *Flexity* und *Vivando*), *Proquinazid* (Mittel: *Talendo*) und *Cyflufenamid* (Mittel: *Vegas*) hemmen die Ausbildung von Infektionsstrukturen, nämlich das Mycelwachstum und Sporulation von Echten Mehltaupilzen (Getreide, Weinreben) u.a.

8. Kontaktmittel mit mehrfachen Wirkmechanismen

Zu den Kontaktmitteln mit mehrfachen Wirkmechanismen zählen auch die Kupfer- und Schwefelmittel. Als anorganische Wirkstoffe wurden sie schon im Kapitel 4.4.1.1. besprochen.

Meist handelt es sich um alte Belagsfungizide mit großer Wirkungsbreite und mit einem geringen Risiko zu einer Resistenzbildung. Aus diesem Grunde werden sie – ausgenommen Schwefel – häufig den tiefenwirksamen (lokalsystemischen, translamiaren) und systemischen Fungiziden als Mischungspartner beigegeben. Die Anwendung der Belagsmittel erfolgt vorbeugend.

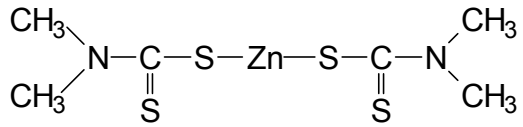
8.1. D i t h i o c a r b a m a t e

Die Dithiocarbamate weisen eine große Wirkungsbreite auf. Da sie als raubmilbenschädigend eingestuft werden, ist ihre Bedeutung im integrierten Pflanzenschutz im Obst- und Weinbau zurückgegangen. Als Mischungpartner zu tiefenwirksamen und systemischen Wirkstoffen sind sie aber noch von Bedeutung.

Dithiocarbamate-Mittel ohne Mischungspartner:

Wirkstoffe:	*Mittel:*
Mancozeb	Dithane M-45, Dithane Neo Tec
Metiram	Polyram
Thiram	Pellacol
Ziram	Korit

Strukturformel von Ziram:



8.2. P h t h a l i m i d e

Auch die Phthalimide weisen eine große Wirkungsbreite auf. Da sich die Phthalimide gegenüber Raubmilben neutral verhalten, haben sie einen Platz bei der Durchführung eines integrierten Pflanzenschutzes im Obst- und Weinbau. Auch als Mischungpartner zu tiefenwirksamen und systemischen Wirkstoffen sind sie noch von Bedeutung.

Phthalimide-Mittel ohne Mischungspartner:

Wirkstoffe:	*Mittel:*
Captan	Captan Linz, C 500 flüssig, Orthocid 75, Malvin WG u.a.
Folpet	Folpetan flüssig, Ortho Phaltan u.a.

8.3. S u l f a m i d e

Der zu den Sulfamiden zählende Wirkstoff T o l y l f l u a n i d wurde in der Zulassung ruhend gestellt.

8.4. C h l o r o t h a l o n i l

Der Wirkstoff Chlorothalonil (Handelsnamen: *Bravo 500, Provin* und *Pugil 75 WG*) reagiert im pilzlichen Stofwechsel vor allem mit Glutathion und dem Coenzym A. Diese als Ausgangsprodukte für eine Fülle weiterer Reaktionen geltenden Moleküle werden dabei in ihrer Struktur derart verändert, dass der pilzliche Stoffwechsel innerhalb kurzer Zeit zusammenbricht.

8.5. D i t h i a n o n

Dithianon (Mittel *Delan WG*) ist ein breit wirksames Belagsfungizid gegen Blattkrankheiten im Obst- und Weinbau, das vorbeugend (präventiv) angewandt werden muss. Da sich der Wirkstoff gegenüber Raubmilben neutral verhält, eignen sich Dithianon-Mittel gut für die Durchführung eines integrierten Pflanzenschutzes im Obst- und Weinbau.

8.6. G u a n i d i n e

Zu den Guanidinen zählen die Wirkstoffe D o d i n e und G u a z a t i n e. Bei wiederholter Anwendung von Dodine gegen den Apfelschorf besteht die Gefahr der Ausbildung von Resistenzerscheinungen (monogene Resistenz).

Guanidine-Mittel:

Wirkstoffe:	*Mittel:*
Dodine	Syllit 450 SC
Guazatine + Carboxin*)	Albox C (Beizmittel)
Guazatine + Imazalil*)	Panoctin plus (Beizmittel)

*) Wirkstoffe sind keine Guanidine-Mittel

4.4.2.4. S y n t h e t i s c h e H e r b i z i d e

Im Großen und Ganzen greifen die synthetischen Herbizide in drei Bereiche der Pflanzenphysiologie ein,
a) in die Vorgänge um die Fotosynthese,
b) in den Stoffwechsel der Zellen sowie
c) in die Zellteilung und ins Wachstum.

1. Fotosynthesehemmer

Fotosynthese ist die Fähigkeit grüner (Chlorophyll hältiger) Pflanzen unter Einwirkung von (Sonnen-) Licht aus dem Kohlendioxyd der Luft, dem Wasser aus dem Boden, Traubenzucker (Glycose) zu erzeugen.

$$\underset{\text{Kohlendioxid}}{6\ CO_2} + \underset{\text{Wasser}}{6\ H_20} \rightarrow \underset{\text{Glucose}}{C_6H_{12}0_6} + \underset{\text{Sauerstoff}}{6\ 0_2}$$

Fotosynthesehemmer greifen an verschiedenen Stellen in diesen komplizierten Stoffwechselvorgang ein.

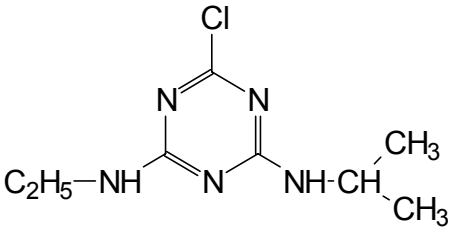
1.1. T r i a z i n e

Die Triazine waren vor 40 Jahren eine sehr bedeutende herbizide Wirkstoffgruppe. Vor allem der Wirkstoff *Atrazin*, der um 1960 unter der Bezeichnung *Gesaprim* in den Handel kam, hat den Maisbau, in manchen Gebieten sogar das gesamte Landschaftsbild, völlig verändert. Der Mais ist nämlich gegenüber diesem Wirkstoff resistent. Aus der Hackfrucht Mais wurde eine Spritzfrucht. Wegen der Persistenz des Wirkstoffes und der damit verbundenen Nachbauschwierigkeiten kam es zu einer Verarmung der Fruchtfolge. Der Maisanbau wurde zur landschaftsprägenden Monokultur.

Bei den Triazinen handelt es sich um Breitbandherbizide, die in die Fotosynthese der grünen Pflanzen eingreifen. Die Aufnahme der Triazine erfolgt über die Wurzeln (Bodenherbizide), in vielen Fällen auch über die Blätter (Blattherbizide). Im Boden verhalten sich die Triazine persistent und wenig beweglich. Trotzdem können Spuren von Triazinen (im ppb-Bereich) wegen ihrer Persistenz in den Grundwasserbereich eingewaschen werden. Aus diesem Grunde werden die Triazine heute verbreitet abgelehnt. In Österreich ist seit 1994 die Anwendung von *Atrazin* überhaupt verboten. In Österreich

sind nur mehr *Terbutylazinmittel* zur Unkrautbekämpfung im Maisbau zugelassen. In Grundwasserschongebieten gibt es jedoch Anwendungsbeschränkungen.

Strukturformel von Atrazin:



Beispiele für Terbutylazinmittel:

Wirkstoffe:	*Mittel:*
Terbuthylazin	Click, Zeagran
Terbuthylazin + S-Metolachlor *)	Gardo Gold
Terbuthylazin + Bentazon *)	Artett
Terbuthylazin + Iodosulfuron *) + Foramsulfuron *)	Vesuv
Terbuthylazin + Mesotrione *)	Calaris

*) Wirkstoffe sind keine Triazine

1.2. T r i a z i n o n e

Auch die Triazinon-Mittel weisen eine große Wirkungsbreite gegen ein- und zweikeimblättrige Samenunkräuter auf. Die Aufnahme ist sowohl über den Boden, als auch über die Blätter möglich. Triazinone werden akropetal weitergeleitet und hemmen die Fotosynthese. Die Anwendung erfolgt primär als Vorauflaufmittel, *Artist* bei Getreide sowie *Goltix compact* oder *Modipur* bei Betarüben auch als Nachauflaufmittel.

Triazinonmittel:

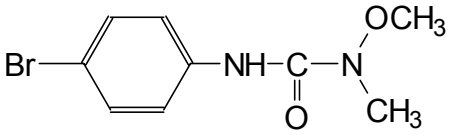
Wirkstoffe:	*Mittel:*
Hexzinone	Velpar, Forstgranulat Avenarius
Metamitron	Goltix compact, Modipur
Metribuzin	Sencor WG
Metribuzin + Flufenacet *)	Artist

*) Wirkstoff ist kein Triazinon

1.3. H a r n s t o f f d e r i v a t e (P h e n y l h a r n s t o f f e)

Die Harnstoffderivate weisen eine große Wirkungsbreite gegen ein- und zweikeimblättrige Samenunkräuter auf. Sie sind im Boden wenig beweglich und können daher gut zur Unkrautbekämpfung bei Kartoffeln, diversen Gemüsekulturen, mitunter sogar bei Getreide im Vorauflaufverfahren eingesetzt werden. Die Aufnahme ist sowohl über den Boden, als auch über die Blätter möglich. In den Pflanzen werden die Harnstoffderivate vornehmlich akropetal weitergeleitet und hemmen die Fotosynthese.

Strukturformel von Metobromuron:



Beispiele für Harnstoffderivate:

Wirkstoffe:	*Mittel:*
Linuron	ML 50
Isoproturon	Alon flüssig,
Isoproturon + Ioxynil *) + Diflufenican *)	Azur

*) Wirkstoffe sind keine Harnstoffderivate

1.4. Uracile

Lenacil

Mit den Harnstoffderivaten chemisch verwandt ist auch der Wirkstoff *Lenacil* (ein *Uracil*), der im Präparat *Venzar* enthalten ist. *Venzar* ist ein Bodenherbizid, das bei Spinat im Vorauflaufverfahren, bei Zucker- und Futterrüben im Nachauflaufverfahren, jedoch auf unkrautfreiem Boden, gegen ein- und zweikeimblättrige Samenunkräuter eingesetzt werden kann. Keimende Unkräuter laufen zwar auf, sterben aber bald ab. In den Pflanzen wird Lenacil akropetal weitergeleitet und hemmt die Fotosynthese.

1.5. Phenylcarbamate (Phenmedipham, Desmedipham)

Phenmedipham- (Handelsname: *Betanal*) und Desmedipham-Mittel finden als systemische Blattherbizide Anwendung bei Beta-Rüben (Zucker- und Futterrüben) und richten sich gegen zweikeimblättrige Unkräuter. Die Anwendung beider Wirkstoffe erfolgt als Blattherbizide im Nachauflaufverfahren. Beide Wirkstoffe hemmen die Fotosynthese. Zur Erhöhung der Wirkungsbreite wird heute der Wirkstoff Phenmedipham meist in Kombination mit anderen Stoffen angeboten.

Phenylcarbamatmittel:

Wirkstoffe:	*Mittel:*
Phenmedipham	Asket TM 470, Betosip
Phenmedipham + Desmedipham	Betanal Quattro
Phenmedipham + Ethofumesat *)	Betanal Expert
Phenmedipham + Ethofumesat *)	Betanal Magic T.

*) Wirkstoffe sind keine Phenylcarbamate

1.6. Pyridazinone

Pyrazon (= Chloridazon)

Das Chloridazon-Mittel *Pyramin* ist ein bewährtes Vor- oder Nachauflaufherbizid bei Beta-Rüben. Die Aufnahme des Wirkstoffes erfolgt vorwiegend über die Wurzeln. In den Pflanzen wird der Stoff akropetal weitergeleitet und hemmt die Fotosynthese. Bekämpft werden viele zweikeimblättrige Samenunkräuter (Kamille, Kreuzblütler u.a.), zum Teil auch Ungräser.

Pyrazonmittel:

Wirkstoffe:	*Mittel:*
Pyrazon	Pyramin WG
Pyrazon + Quinmerac *)	Rebell

*) Wirkstoff ist kein Pyrazon

1.7. Nitrile

Die Hydroxynitril-Wirkstoffe Bromoxynil und Ioxynil greifen in den Atmungs- und Fotosynthesestoffwechsel der behandelten Pflanzen ein. Die Wirkstoffe werden über die Blätter (Kontaktherbizide) aufgenommen. Die Wirkung der Hydroxynitrile richtet sich gegen die zweikeimblättrigen Samenunkräuter, während die einkeimblättrigen (Gräser, Zwiebel) geschont werden. Aus diesem Grunde erfolgt die Anwendung vornehmlich bei Getreide. Um eine größere Wirkungsbreite zu erlangen, werden die Hydroxynitrile im Handel meist in Kombination mit Wuchsstoffen oder Harnstoffderivaten angeboten.

Hydroxynitrilmittel:

Wirkstoffe:	*Mittel:*
Bromoxinil	Pardner
Bromoxinil	Certrol B
Ioxynil	Totril
Ioxynil + Isopoturun *) + Diflufenican *)	Azur

*) Wirkstoffe sind keine Hydroxynitrile

1.8. P h e n y l – P y r i d a z i n e

P y r i d a t e

Pyridate ist ein selektives Kontaktherbizid, das über die Blätter der behandelten Pflanzen aufgenommen wird (Blattherbizid). In den Blättern greift der Wirkstoff in die Fotosynthese ein. Besondere Bedeutung erlangten Pyridate-Mittel (z.B. *Lentagran*) im Maisbau, wo sie sich bei einer gleichzeitig guten Kulturpflanzenverträglichkeit bei der Bekämpfung ein- und zweikeimblättriger triazinresistenter Samenunkräuter ausgezeichnet bewährt haben. Daneben ist der Wirkstoff auch zur Bekämpfung von Samenunkräutern (z.B. Klettenlabkraut) in Getreide, Raps, Kohlgewächsen, Zwiebel, Mohn, Rotklee und Luzerne geeignet. Zurzeit sind keine Pyridate-Mittel im Handel erhältlich.

1.9. B e n z o t h i a d i a z i n o n e

B e n t a z o n e

Bei Bentazone handelt es sich um einen kontaktherbiziden Wirkstoff, der über die Blätter und Sprosse aufgenommen werden kann und störend in die Fotosynthese der Pflanzen eingreift. In den Pflanzen kann eine geringe akropetale Translokation beobachtet werden. Die Anwendung der Bentazone-Präparate erfolgt im Nachauflaufverfahren gegen zweikeimblättrige Samenunkräuter. Hohe Luftfeuchtigkeit, warme Temperaturen und Licht beschleunigen den Eintritt der herbiziden Wirkung.

Bentazonmittel:

Wirkstoffe:	*Mittel:*
Bentazon	Basagran
Artett	Basagran + Terbuthylazin *)

*) Wirkstoff ist kein Bentazon

2. Elektronenfluss störende Mittel

B i p y r i d y l e

Die Bipyridyle P a r a q u a t (Handelsname: *Gramoxone*) und D e i q u a t (*Reglone*) sind Totalherbizide, die in den behandelten Pflanzen bei der Photosynthese den Elektronenfluss unterbinden. Dadurch kommt es schon nach sehr kurzer Zeit zu Absterbeerscheinungen an den behandelten Pflanzen. Die Bipyridyle wirken als Kontaktherbizide. Die Aufnahme erfolgt nur über die grünen Pflanzenteile (Blattherbizide). In den Pflanzen findet praktisch keine Translokation statt. Die Mittel haben eine nur kurz anhaltende Wirkung. In Österreich sind der Verkauf und die Anwendung von *Gramoxone* verboten!

Reglone wird nicht nur zur Unkrautbekämpfung, sondern auch als Dessikantium (z.B. Krautabtötung bei Kartoffeln usw.) verwendet.

Bipyridyl-Mittel:

Wirkstoffe:	*Mittel:*
Paraquat (Wirkstoff bzw. Mittel ist in Österreich verboten!)	Gramoxone
Diquat	Reglone

3. Protoporphyrinogen-Oxidase-Hemmer

Die Protoporphyrinogen-Oxidase (PROTOX) ist ein Enzym bei der Biosynthese von Hämo- und Chlorophyll.

3.1. D i p h e n y l e t h e r

O x y f l u o r f e n

Der im Herbizid *Goal 2E* enthaltene Wirkstoff Oxyfluorfen ist primär gegen zweikeimblättrige Unkräuter wirksam. Gegen einkeimblättrige wird nur eine Teilwirkung erzielt. *Goal 2E* wird zur Unkrautbekämpfung in Zwiebeln, Obst- und Weinkulturen, sowie Forstgärten verwendet. Die Anwendung erfolgt im Vor- oder Nachauflaufverfahren. Die Unkräuter sollen das 2- bis 4-Blattstadium

nicht überschritten haben. Oxyfluorfen stört die Chlorophyllsynthese. Für die herbizide Aktivität ist Licht erforderlich. Wurzelunkräuter werden nicht ausreichend bekämpft.

3.2. Triazoline

Carfentrazon – ethyl und ähnliche Wirkstoffe

Bei Carfentrazon-ethyl handelt es sich um ein Kontaktherbizid, das ausschließlich über die Blätter der Unkräuter augenommen wird. Der Wirkstoff greift in die Chlorophyllsynthese ein. Bereits kurze Zeit nach der Anwendung werden Nekrosen (Absterbeerscheinungen) an den Unkrautblättern sichtbar. Ungräser und Wurzelunkräuter werden nicht ausreichend bekämpft.

Carfentrazon-ethyl-Mittel:

Wirkstoffe:	*Mittel:*
Carfentrazon-ethyl	Oratio 50 WG
Carfentrazon-ethyl	Shark
Carfentrazon-ethyl + Metsulfuron-methyl *)	Artus
Carfentrazon-ethyl + MCPP *)	Platform S
Pyraflufen-ethyl	Kabuki

*) Wirkstoff ist kein Triazolin

3.3. N – Phenyl – Phthalimide

Die Wirkstoffe Cinidon-ethyl und Flumioxazin greifen ebenfalls in die Chlorophyllsynthese ein. Bereits kurze Zeit nach der Anwendung werden Nekrosen (Absterbeerscheinungen) an den Unkrautblättern sichtbar.

N-Phenyl-Phthalimid-Mittel:

Wirkstoffe:	*Mittel:*
Cinidon-ethyl	Lotus
Cinidon-ethyl + MCPP *) + 2,4-D *)	Aniten duo
Flumioxazin	Nozomi

*) Wirkstoffe sind keine Carfentrazon-ethyle

4. Pigmentsynthese-Hemmer

Diese Wirkstoffe greifen in den Enzymhaushalt der Pflanzen ein, indem sie die Bildung der PDS (Phytoen-Desaturase) oder der 4-HPPD (4-Hydroxy-Phenyl-Pyruvat-Dioxygenase) hemmen. Gleichzeitig wird indirekt auch die Karotin-Biosynthes unterbunden. Die Karotinoide schützen in den grünen Pflanzenteilen das Chlorophyll vor Oxydation durch das UV-Licht (Photooxydation). Das heißt, dass bei Fehlen von Karotinoiden das Blattgrün durch Sonnenlicht zerstört wird. In der Folge sterben die behandelten Unkräuter durch Ausbleichung (engl.: *bleaching*) nach etwa ein bis zwei Wochen ab. Wirkungslücken gibt es je nach Wirkstoff bei Windenknöterich, Quecke u.a.

4.1. PDS – Hemmer

Mittel:

Wirkstoffe:	*Mittel:*
Flurochloridone	Racer CS
Diflufenican + Flurtamone	Bacara
Diflufenican + Isoproturon* + Ioxynil*)	Azur

*) Wirkstoffe sind keine Karotinsynthesehemmer

4.2. 4–HPPD – H e m m e r

T r i k e t o n e und ähnliche Stoffe

Die Aufnahme der *Triketone* durch die Unkräuter kann sowohl über die Blätter, als auch über die Wurzeln erfolgen. Die Triketone sind selektive Unkrautbekämpfungsmittel. Ihr Hauptanwendungsgebiet liegt im Maisbau, da dieser das Triketon rasch abbaut. Die Anwendung erfolgt meist nach dem Auflaufen des Maises. Nach der Anwendung sind die Pfanzenschutzgeräte sorgfältig mit einem geeigneten Reinigungsmittel zu säubern!

Die Triketone wurden aus einem natürlichen Leptospermon entwickelt, einem Stoff, den man bei einem Zylinderputzer-Strauch (engl. *bottle brush tree*, lat. *Callistemon citrinus*) vorfindet.

Triketone und ähnliche Mittel:

Wirkstoffe:	*Mittel:*
Isoxaflutol	Merlin
Mesotrione	Callisto
Mesotrione + Terbutylazin*)	Calaris
Sulcotrion	Mikado
Tembotrione + Isoxadifen-ethyl*)	Laudis
Topamezone	Clio

*) Wirkstoffe sind keine Karotinsynthesehemmer

4.3. D i p h e n o x y e t h e r

A c l o n i f e n

Der Wirkstoff Aclonifen im Mittel *Bandur* wird im Vorauflaufverfahren eingesetzt. Dabei nehmen die keimenden Unkräuter und Ungräser beim Durchwachsen des Herbizidfilms an der Bodenoberfläche den Wirkstoff überwiegend über den Sprossteil auf. Die Unkräuter werden chlorotisch, bleiben im Wachstum zurück und sterben schließlich ab.

4.4. C l o m a z o n e

Der Wirkstoff *Clomazone* (ein *Oxazalodinon*) wird im Vorauflaufverfahren verwendet. Der Stoff wird hauptsächlich über die Wurzeln aufgenommen und wirkt gut gegen die meisten zweikeimblättrigen Samenunkräuter (Klettenlabkraut u.a.), weist aber Lücken gegenüber Kamillearten, Ackerstiefmütterchen und Windhalm auf. Daher werden verschiedene Kombinationsmittel angeboten.

Clomazone-Mittel:

Wirkstoffe:	*Mittel:*
Clomazone	Command 48 EC
Clomazone	Cirrus
Clomazone	Centium CS
Clomazone + Dimethachlor*)	Brasan
Clomazone + Metazachlor*)	Nimbus

*) Wirkstoffe sind keine Clomazone-Mittel

4.5. A m i t r o l e

Amitrole hemmen die Bildung des Enzyms Lycopene-Cyclase. Die Aufnahme erfolgt über die Blätter der Unkräuter (Blattherbizid). Die Blätter bleichen aus und in der Folge sterben die Pflanzen ab. Zurzeit ist nur das Mittel *Rapir WG* für die Bekämpfung von ein- und zweikeimblättrigen Samenunkräutern im Obst- und Weinbau zugelassen, das eine Kombination der Wirkstoffe *Amitrol* und *Diuron* darstellt.

5. Aminosäuresynthesehemmer

Die Wirkung der Unkrautbekämpfungsmittel dieser Gruppe beruht auf einer Hemmung der Bildung des Enzyms Acetolactat-Synthase (ALS) in den behandelten Pflanzen. Die Pflanzen benötigen aber die Acetolactat-Synthase zur Bildung essentieller Aminosäuren als Eiweißbausteine. Dadurch tritt gleich nach der Behandlung der Pflanzen ein Wachtumsstillstand ein und der Absterbeprozess beginnt. Der Absterbeprozess kann sich über einige Wochen erstrecken.

5.1. Sulfonylharnstoffe

Die Sulfonylharnstoffe sind hochwirksame Herbizide, bei denen nur wenige Gramm pro Hektar genügen, um die Unkräuter auf Feldern oder im Grünland erfolgreich zu bekämpfen.

Die Sulfonylharnstoffe werden von den Pflanzen primär über die Blätter, aber auch über die Wurzeln aufgenommen. In den Pflanzen werden die Wirkstoffe systemisch verteilt. Dabei greifen sie in den Eiweißstoffwechsel ein. Dadurch wird eine weitere Zellteilung verhindert und es tritt ein Stillstand des Pflanzenwachstums ein. Die selektive Wirkung gegenüber Kulturpflanzen ergibt sich aus dem Faktum, dass diese die jeweiligen Wirkstoffe rasch abbauen (deaktivieren) können. Dabei ist bei manchen Kulturpflanzen eine Unverträglichkeit bei den Sorten (z.B. bei der Anwendung von Rimsulfuron bei Mais) zu beachten! Die Kulturplanzenverträglichkeit kann durch ungünstige äußere Bedingungen (Kälte, Hitze, Trockenheit usw.), die eine negative Auswirkung auf den Stoffwechsel in der Pflanze haben, herabgesetzt werden.

Der Abbau der Sulfonylharnstoffe erfolgt im Boden sowohl hydrolytisch als auch mikrobiell. Dabei ist die Abbaugeschwindigkeit von verschiedenen Faktoren, wie pH-Wert, Bodentemperatur, Bodenfeuchte, Humusgehalt u.a., abhängig. Bei langsam abbauenden Sulfonylharnstoffen (z.B. Triasulfuron) ist auf die Nachbauwartefristen für Folgekulturen zu achten. Außerdem sind wegen der hohen biologischen Wirksamkeit Überdosierungen (Überlappungen), sowie jede Abdrift auf benachbarte Kulturen zu vermeiden! Nach dem Gebrauch müssen die Pflanzenschutzgeräte sorgfältig gereinigt werden!

Sulfonylharnstoff-Mittel:

Wirkstoffe:	*Mittel:*
Amidosulfuron	Hoestar
Amidosulfuron + Iodosulfuron-Methyl + Safener**)	Hoestar Super
Flupyrsulfuron-methyl	Lexus
Flupyrsulfuron-methyl + Carfentrazon-ethyl*)	Lexus class
Flupyrsulfuron-methyl + Metsulfuron-methyl	Ciral
Foramsulfuron + Safener**)	Monsoon
Foramsulfuron + Iodosulfuron-Methyl + Safener	Fortuna
Foramsulfuron + Iodosulfuron-Methyl + Terbuthylazin*) + Safener**)	Vesuv
Iodosulfuron-Methyl + Safener**)	Husar
Iodosulfuron-Methyl + Mesosulfuron-methyl + Safener**)	Atlantis WG
Metsulfuron-methyl + Carfentrazon-ethyl*)	Artus
Metsulfuron-methyl + Thifensulfuron-methyl	Concert
Nicosulfuron	Milagro
Prosulfuron	Peak
Rimsulfuron	Titus
Rimsulfuron + Thifensulfuron-methyl	Grid
Rimsulfuron +	Task
Sulfosulfuron	Monitor
Thifensulfuron-methyl	Harmony
Thifensulfuron-methyl + Tribenuron-methyl	Harmony extra
Triflusulfuron-methyl	Debut
Triasulfuron + Dicamba*)	Zoom
Tribenuron-methyl	Express SX
Tritosulfuron	Biathlon

*) Wirkstoffe sind keine *Sulfonylharnstoffe*

) ***Safener* sind Substanzen, die in spezifischer Weise die Toleranz von Kulturpflanzen gegenüber bestimmten Herbiziden erhöhen. Das heißt, sie schützen die Kulturpflanzen vor den herbiziden Wirkstoffen.

5.2. Triazolopyrimidine

Triazolopyrimidin-Mittel weisen eine ähnliche Wirkung wie die Sulfonylharnstoffe auf. Die Unkräuter beginnen vom Vegetationspunkt ausgehend langsam abzusterben und zeigen dabei Farbveränderungen. Die Unkräuter sind im Wachstum gehemmt. Der Absterbevorgang kann sich über mehrere Wochen erstrecken.

Triazolopyrimidin-Mittel:

Wirkstoffe:	*Mittel:*
Florasulam	Primus
Metosulam	Tacco
Metosulam + Flufenacet*)	Terano

*) Wirkstoff ist kein *Triazolopyrimidin*

5.3. Asulam

Bei Asulam (Handelsname: *Asulox*), einem Sulfonylcarbamat, handelt es sich um einen sehr selektiven Wirkstoff, der als Blattherbizid im Grünland praktisch nur den Wiesenampfer und Gekrausten Ampfer sowie den Adlerfarn bekämpft. Die übrigen Wiesenpflanzen werden bei Einhaltung der vorgeschriebenen Dosis geschont. Über die Blätter aufgenommen, wird der Wirkstoff Asulam basipetal weitergeleitet. Asulam greift in die Eiweißsynthese ein, indem die Bildung des Enzyms DHP gehemmt wird.

5.4. Organophosphorherbizide

Zu den Organophosphorverbindungen zählen die Stoffe Glufosinate und Glyphosate. Bei beiden Stoffen handelt es sich um Totalherbizide, die über die grünen Pflanzenteile aufgenommen werden (Blattherbizide).

5.4.1. Glufosinate

Das Glufosinate-Mittel *Basta* ist ein Kontaktherbizid, das eine nur schwach akropetel systemische Verlagerung in den Blättern erkennen lässt. Das Wirkungsprinzip von Glufosinate leitet sich vom Bodenbakterium *Streptomyces viridochromogenes* ab, das ein Enzymsystem besitzt, mit dem es seinen eigenen Stoffwechsel schützend lenkt. Glufosinate greift in den Stoffwechsel der Pflanzen ein, indem es das Enzym Glutaminsynthetase, das in der Pflanzenzelle für die Ammonium-Entgiftung zuständig ist, hemmt. Dadurch wird die Fotosynthese gestört. Im Boden wird Glufosinate rasch abgebaut und hat dort keine nachhaltigen Auswirkungen.

Basta verfügt über eine große Wirkungsbreite (Totalherbizid) gegen einjährige Samenunkräuter (einschließlich Ungräser) und kann daher bei krautigen Kulturpflanzen (Gemüse, Kümmel, Mais, Zuckerrüben usw.) nur im Vorauflaufverfahren eingesetzt werden. Ein wichtiges Anwendungsgebiet ist außerdem in Obst- und Weingärten gegeben. Daneben wird *Basta* auch zur Desikkation (Krautabtötung) in Kartoffel, Ackerbohne, Winterraps, Sonnenblume, Futtererbsen, Lupinen und Buschbohnen verwendet. Im Boden wird Glufosinate rasch deaktiviert, so dass es keine Nachbauschwierigkeiten gibt. Die Wirkungsdauer ist kurz.

Möglicherweise wird sich in Zukunft der Anwendungsbereich durch die gentechnische Züchtung „basta-resistenter“ Pflanzen (z.B. Maissorten) ändern. In diesem Fall könnte der Wirkstoff im Nachauflaufverfahren appliziert werden.

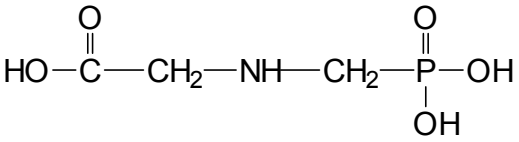
5.4.2. Glyphosate

Der Wirkstoff Glyphosate (Präparate: *Roundup, Glyphos, Clinic, Dominator u.a.*) wird über die grünen Pflanzenteile rasch aufgenommen (Blattherbizide) und in den Pflanzen systemisch weitergeleitet. Dadurch können sowohl ein- und zweikeimblättrige Samen-, als auch Wurzelunkräuter (z.B. Quecke) bekämpft werden. In den Pflanzen verhindert Glyphosate die Aminosäurenbildung durch Hemmung der EPSP-Synthase. Im Boden wird Glyphosate stark adsorbiert, im belebten Boden rasch mikrobiell abgebaut, so dass es praktisch keine Nachbauwartefristen gibt.

Glyphosate ist nicht selektiv (Totalherbizide). Durch eine spezielle Anwendungstechnik (Abstreiftechnik bei Unkräutern, die die Kulturpflanzen überragen) können die Präparate auch „selektiv“ im Grünland oder Ackerbau eingesetzt werden.

Durch die Einschleusung eines speziellen Enzym bildenden Gens von Agrobakterien, die im Boden vorkommen, gibt es „roundup-resistente“ (*„roundup-ready“*) Kulturpflanzen (Mais, Raps, Soja, Zuckerrüben u.a.). Durch diese gentechnische Maßnahme wird sich möglicherweise der Anwendungsbereich von Glyphosate in Zukunft ändern.

Strukturformel von Glyphosate:



6. Lipoidsynthesehemmer

Lipoide sind Grundstoffe des Zytoplasmas in den Pflanzenzellen. Sie spielen dort eine wichtige Rolle beim Aufbau des Endomembransystems und der Plasmagrenzschichten.

6.1. C y c l o h e x a n e d i o n e (DIMs) und A r y l o x y p h e n o x y - P r o p i o n a t e (FOPs)

Cyclohexanedione und Aryloxyphenoxy-Propionate greifen durch eine Hemmung der 1-Aminocyclopropan-1-carbonsäure- (ACC-) Synthase in den Lipoidstoffwechsel der Pflanzen ein. Cyclohexanedione- und Aryloxyphenoxy-Propionate-Mittel, die auch als heterozyklische Phenoxyverbindungen bezeichnet werden, werden als Blattherbizide im Nachauflaufverfahren eingesetzt. Ihre herbizide Wirkung richtet sich gegen Ungräser (Graminizide). Zweikeimblättrige Pflanzen (Kulturpflanzen und Unkräuter) werden hingegen geschont. Je nach Präparat werden unter den Ungräsern die Einjährige Rispe und die Quecke nicht immer ausreichend bekämpft. In den Pflanzen werden die Wirkstoffe systemisch verteilt und stören durch Hemmung der Fettsäurensynthese das Wachstum im Meristem. Die Gräser verfärben sich und sterben ab.

Cyclohexandione- und Aryloxyphenoxy-Propionate-Mittel:

Wirkstoffgruppe:	*Wirkstoffe:*	*Präparate*
Cyclohexandione	Clethodim	Select 240 EC
	Cycloxydim	Focus Ultra
	Tepraloxidim	Aramo
Aryloxyphenoxy-Propionate	Clodinafop-propargyl + Safener*)	Topik
	Fenoxaprop-P-ethyl + Safener*)	Puma Extra
	Fluazifop-P-buthyl	Fusilade Max
	Haloxyfop-R	Gallant Super
	Quizalofop-P-ethyl	Targa Super

*) *Safener,* siehe Tabelle bei den 5.1 Sulfonylharnstoffen.

6.2. A r y l a l a n i n e

Der Arylalanin-Wirkstoff F l a m p r o p – M – I s o p r o p y l ist den Cyclohexanedione und Aryloxyphenoxy-Propionaten ähnlich (siehe oben) und sei daher an dieser Stelle angeführt. Es handelt sich dabei ebenfalls um einen Fettsäuresynthesehemmer. Das Mittel *Super Barnon* wirkt als Blattherbizid und ist ein Spezialmittel bei Weizen und Gerste gegen den Flughafer. Der Wirkstoff wird in den Vegetationskegel des Flughafers transportiert und verhindert die Zellstreckung. Dadurch blockiert er das Längenwachstum, der Flughafer wird von Weizen oder Gerste überwachsen und verkümmert.

6.3. Thiocarbamate

Die Thiocarbamate stören in den Unkräutern Zellteilungvorgänge durch Hemmung der Fettsäurensynthese, jedoch nicht durch Hemmung der 1-Aminocyclopropan-1-carbonsäure- (ACC-) Synthase (vergleiche Cyclohexanedione und Aryloxyphenoxy-Propionate, siehe oben).

Beim Triallat-Mittel *Avadex BW* handelt es sich um ein Bodenherbizid, das bei Getreide (ausgenommen Hafer), Mais, Zuckerrüben, Gemüse- oder Futtererbsen zur Bekämpfung von Ungräsern (Windhalm, Flughafer) verwendet wird. Da der Wirkstoff Triallat unter dem Einfluss der (Bodenfeuchte) rasch verdampft, muss es gleich nach der Applikation ca. 5 cm tief in den Boden eingearbeitet werden. Die Ungräser nehmen Triallat über die Wurzeln oder das Hypokotyl (Spross) auf und leiten den Wirkstoff akropetal weiter. Die Anwendung von Triallat erfolgt logischerweise vor der Aussaat der Kulturpflanzen.

Mit dem Prosulfocarb (Mittel *Boxer*) steht ein weiteres Thiocarbamat zur Bekämpfung ein- und zweikeimblättriger Samenunkräuter im Vorauflaufverfahren bei Winterweizen, Winterroggen, Winter- und Sommergerste, Pferdebohne, Futtererbse, Sonnenblume und Kartoffel zur Verfügung. Die Aufnahme des Wirkstoffes erfolgt primär durch das Hypokotyl, im geringen Maße über die Wurzeln. In den Pflanzen wird die Synthese von Membranlipiden (durch Verhinderung der Verlängerung der Fettsäureketten) gehemmt. Da Prosulfocarb im Boden rasch abbaut, gibt es in der landwirtschaftlichen Praxis keine Nachbauschwierigkeiten für andere Kulturpflanzen.

6.4. Ethofumesate

Ethofumesate ist der Wirkstoff des Mittels *Tramat 500.* Die Aufnahme des Wirkstoffs erfolgt primär über die Wurzeln, aber auch über die Sprosse und Blätter der Unkräuter. In den behandelten Unkräutern wird Ethofusimate akropetal weitergeleitet. Ethofumesate hemmt den Lipoidstoffwechsel und in der Folge die Zellteilung und das Wachstum im Meristem. Die Wachsschicht der Kutikula wird schlecht ausgebildet. Bekämpft werden Samenunkräuter (Klettenlabkraut, Vogelmiere u.a.) einschließlich der Ungräser. Ethofusimate findet Anwendung bei Zucker- und Futterrüben, Spinat, Majoran, Bohnenkraut, Thymian, Rosmarin, Oregano, Schnittpetersilie u.a.

7. Hemmung der Funktion der Mikrotubuli

Mikrotubuli sind sehr kleine, röhrenförmige (mit ca. 25 nm Durchmesser) Eiweißkörper im Cytoplasma der Pflanzenzellen, die intrazelluläre Bewegungsvorgänge steuern, z.B. als Spindelapparat bei der Mitose (Zellteilung).

7.1. Dinitroaniline

Die Dinitroaniline Pendimethalin und Trifluralin werden bevorzugt über die Wurzeln, Pendimethalin auch über die Blätter aufgenommen. In den behandelten Pflanzen wird die Zellteilung und -streckung gehemmt.

Pendimethalin

Der Wirkstoff Pendimethalin im Mittel *Stomp SC* stört die Zellteilung der Pflanzen. Er wirkt über den Boden und wird von den Wurzeln und dem Keimling der Unkräuter und Ungräser aufgenommen. Im Nachauflaufverfahren steht die Wirkung über die Blätter im Vordergrund. Pendimethalin bleibt über mehrere Wochen wirksam, so dass auch später keimende Unkräuter und Ungräser noch erfasst werden. Wegen seiner geringen Beweglichkeit im Boden ist die Anwendung in Wasserschongebieten von besonderem Interesse.

Stomp SC findet Anwendung als Herbizid und Graminizid in Wintergetreide, Mais, Soja, Pferdebohnen, Erbsen, Futterbsen, Lupine, Sonnenblumen, Zwiebeln, Spargel, Artischoken, Rotklee, Luzerne, diversen Gemüsearten (Fenchel, Rhabarber, Sellerie, Kohlarten, Dicke Bohne, Kren, Möhre, Porree, Salat, Endivie, Zucchini, Kürbis-Hybriden, Patison, Gurken, Melonen u.a.), Erdbeeren, Heil- und Gewürzpflanzen (Dill, Kamille, Johanniskraut, Kümmel, Melisse).

Malibu ist ein Kombinationsmittel von Pendimethalin und Flufenacet, das gegen ein- und zweikeimblättrige Samenunkräuter in Wintergetreide verwendet werden kann.

T r i f l u a l i n

Zu den Dinitroanilinen zählt auch der Wirkstoff Trifluralin der im Herbizid *Treflan neu* enthalten ist. Der Wirkstoff richtet sich gegen ein- und zweikeimblättrige Unkräuter, ausgenommen Flughafer, Kamillearten und Kreuzblütler. *Treflan neu* findet Anwendung bei Sonnenblume, Raps, Kraut- und Kohlgemüse, Stoppelrübe, Senf, Mariendistel, Saflor, Winterweizen und -gerste.Trifluralin-Mittel müssen vor der Saat ausgebracht und gleich danach sorgfältig 5 bis 8 cm tief in den Boden eingearbeitet werden, da sehr rasch ein Abbau durch Licht einsetzt. Im Boden baut der Wirkstoff langsam ab.

7.2. B e n z a m i d e und C a r b e t a m i d e

P r o p y z a m i d e (= P r o n a m i d e)

Propyzamide (ein Carbonsäureamid) ist ebenfalls ein selektiver Wirkstoff, der sich vor allem gegen Gräser (Quecke, Windhalm, Flughafer, Wildhirsen u.a.) richtet. Die Aufnahme des systemischen Wirkstoffs geschieht über die Wurzeln. In den Pflanzen wird die Zellteilung gehemmt. Da der Wirkstoff Propyzamide leicht verdampft, soll die Ausbringung des Propyzamide-Mittels *Kerb 50 W* in der kühlen Jahreszeit (Oktober bis Februar) erfolgen. Bei wärmerem Wetter (über 10° C bis 15° C) wird eine rasche Einarbeitung in den Boden angeraten. *Kerb 50 W* ist in Österreich zur Unkrautbekämpfung in Raps, Salat, Obst- und Ziergehölzen sowie im Brachland zugelassen.

7.3. C h l o r p r o p h a m

Chlorpropham-Mittel haben ebenfalls Einfluss auf die Mikrotubuli, jedoch auf andere Weise als die vorhin genannten Stoffe.

Das Chlorpropham-Mittel *Isopan* wirkt auf keimende Unkräuter und muss deshalb auf unkrautfreien Boden gespritzt werden. Die Behandlung sollte auf feuchten Boden bei nicht zu hohen Temperaturen erfolgen. Das Mittel findet Verwendung gegen ein- und zweikeimblättrige Unkräuter bei der Grassamenproduktion, bei Luzerne, Kümmel, Chicorée (Wurzelgewinnung), Salat, Endivie, Radicchio Rosso, Rote Rübe, Schwarzwurzel, Zwiebel, Schalotte, Lauch, Blumen- und Blumensamengewinnung, Stauden, Baumschulegewächse sowie im öffentlichem Grün.

8. Mitosehemmer (Zellteilungshemmer)

8.1. A c e t a m i d e

N a p r o p a m i d e

Napropamide ist ein selektiver Wirkstoff, der Kreuzblütler, sowohl die Kulturpflanzen, wie Raps, Kraut, Kohl u.a., als auch die Unkräuter, wie Ackersenf, Hederich, Hirtentäschel u.a., schont. Hingegen werden die anderen zweikeimblättrigen Samenunkräuter (Vogelmiere, Kamille, Melde usw.) und Ungräser gut bekämpft. Der Stoff wird über die Samenschalen, Wurzeln, Hyperkotyl und Keimblätter der Unkräuter aufgenommen und akropetal weitergeleitet. Die Anwendung des Napropamid-Mittels *Devrinol 45 F* erfolgt bei Raps vor der Saat, wobei eine Einarbeitung des Mittels in den Boden die Wirksamkeit verbessert. An der Bodenoberfläche besteht nämlich die Möglichkeit einer fotolytischen Zersetzung. Für einige Gemüsearten ist allerdings eine Nachbauwartefrist von vier Monaten zu beachten! Eine weitere Einsatzmöglichkeit von *Devrinol 45 F* ist in Obst- und Weinjunganlagen, Reb- und Baumschulen im Spätherbst oder Spätwinter gegeben.

8.2. O x y a c e t a m i d e

F l u f e n a c e t

Der Wirkstoff Flufenacet wirkt besonders auf das junge teilungsfähige Gewebe und hemmt dadurch das Wachstum wachsender Samenunkräuter. Flufenacet wird zum Großteil über das Hypokotyl (Keimspross), beim Einsatz im Nachauflaufverfahren im geringeren Unfang auch über das Blatt aufgenommen. Bei der Anwendung als Bodenherbizid ist eine ausreichende Bodenfeuchte erforderlich.

Flufenacet-Mittel:

Wirkstoffe	*Präparate*
Flufenacet + Metribuzin*)	Artist
Flufenacet + Pendimethalin*)	Malibu
Flufenacet + Metasulam*)	Terano

*) Wirkstoff ist kein Oxyacetamid

8.3. C h l o r a c e t a m i d e

Zu den Chloracetamiden zählen die Stoffe D i m e t h a c h l o r, D i m e t h a n a m i d – P (DMTA-P), M e t a z a c h l o r, S – M e t o l a c h l o r und P e t h o x a m i d . Metazachlor eignet sich besonders für Kreuzblütlerkulturen.

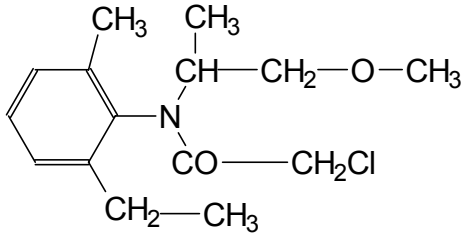
Die Chloracetamide werden von den Unkräutern sowohl über die Wurzeln, als auch über das Hypokotyl (Sprossteil) und jungen Blätter (Keimblätter bis ersten Laubblattstadium) aufgenommen und unterbinden den weiteren Keimvorgang. Bei der Vorauflaufanwendung ist eine ausreichende Bodenfeuchte wichtig. Wegen ihrer Wasserlöslichkeit und ihres nicht allzu raschen Abbaus im Boden besteht nach Chloracetamide-Anwendungen die Gefahr einer Verunreinigung des Grundwassers.

Beispiel für Chloracetamid-Mittel:

Wirkstoffe:	*Mittel:*
Dimethachlor + Clomazone*)	Brasan
Dimethanamid-P (DMTA-P)	Spectrum
Metazachlor	Butisan
Metazachlor + Quinmerac*)	Butisan Top
Metazachlor + Clomazone*)	Nimbus SC
S-Metolachlor	Dual Gold
S-Metolachlor + Terbuthylazin*)	Gardo Gold
Pethoxamid	Sucessor 600

*) Wirkstoff ist kein Chloracetamid

Strukturformel von Metolachlor:



9. Zellulosesynthesehemmer

Zellulose ist der Hauptbestandteil der pflanzlichen Zellwände.

9.1. N i t r i l e

D i c h l o b e n i l

Dichlobenil ist der Wirkstoff der Bodenherbizide *Prefix C* und *Casoron G*. Der Wirkstoff verfügt über eine große Wirkungsbreite (Totalherbizide) und erfasst sowohl Samen-, als auch Wurzelunkräuter. Dichlobenil wirkt als Zellulosebiosynthesehemmer auf keimende Pflanzen und schädigt die Rhizome. Die beste Wirkung erzielt man, wenn man die Mittel bei kühlem Wetter auf einen feuchten Boden streut. Bei trockener, warmer Witterung kann der Wirkstoff zum Teil verdampfen. Die Anwendung erfolgt im Obst- und Weinbau, Forstgärten, als Punktbekämpfung im Grünland (z.B. gegen den Wiesenampfer) oder auf land- und forstwirtschaftlich nicht genutzten Flächen (Plätze, Wege u.a. Freiflächen).

9.2. B e n z a m i d e

I s o x a b e n

Isoxaben ist der Wirkstoff des Herbizids *Flexidor*. Der Wirkstoff wird über die Wurzeln der keimenden Unkräuter aufgenommen und unterbricht das Wurzel- und Hyperkotylwachstum durch Hemmung des Einbaus von Leucin in die Eiweißmoleküle. *Flexidor* ist besonders für die Bekämpfung von Samenunkräutern in Baumschulen (in der Vegetationsruhe), im Forst, bei Erdbeeren und auch bei Ölkürbissen geeignet.

10. Synthetische Auxine

10.1. P h e n o x y f e t t s ä u r e n (W u c h s s t o f f h e r b i z i d e)

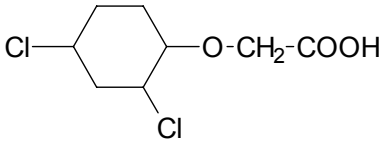
Die Phenoxyfettsäure-Pflanzenschutzmittel wurden aus Pflanzenhormonen (Auxinen) entwickelt. Im Unterschied zu den natürlichen Pflanzenhormonen sind diese Herbizide stabiler gegenüber äußeren Einflüssen, wie gegenüber dem UV-Licht.

Bei den Phenoxyfettsäure-Mitteln handelt es sich um eine Gruppe von Wirkstoffen, die sich gegen die meisten zweikeimblättrigen Pflanzen richtet. Gräser werden hingegen bei sachgemäßer Anwendung weitgehend geschont. Aus diesem Grunde verwendet man die Phenoxyfettsäure-Mittel zur Bekämpfung von Unkräutern in Getreide, Mais, Gräservermehrungen oder im Grünland. Die Phenoxyfettsäuren können sowohl über die Wurzeln, als auch über die Blätter aufgenommen werden. Die bevorzugte Anwendung erfolgt aber als Blattherbizide nach dem Auflaufen der Unkräuter. In den Pflanzen werden die Wirkstoffe systemisch verteilt. Daher werden auch Wurzelunkräuter gut bekämpft. Da Phenoxyfettsäure-Mittel Eigenschaften wie die natürlichen Wuchsstoffe (übermäßiges, todbringendes Wachstum der Unkräuter) aufweisen, sind sie von den Umwelttemperaturen abhängig. Am besten wirken sie bei einer feuchtwarmen, „wüchsigen“ Witterung. Dieser Umstand führte aber dazu, dass die Phenoxyfettsäure-Mittel in den vergangenen Jahren zugunsten der Sulfonylharnstoffmittel stark an Bedeutung verloren haben.

Wegen der Gefahr einer Abdrift auf benachbarte, empfindliche Kulturen (z.B. Weinreben oder andere zweikeimblättrige Kulturpflanzen) sollte die Anwendung der Phenoxyfettsäure-Mittel bei Windstille und nicht bei zu warmem Wetter (nicht in den Mittagsstunden, sondern am frühen Vormittag) mit grobtropfigen Düsen erfolgen. Dies gilt besonders bei Ester-Formulierungen, aber auch bei Salzformulierungen ist große Vorsicht geboten! Außerdem sollen die Pflanzenschutzgeräte nach der Verwendung gründlich gereinigt werden.

Schäden durch Phenoxyfettsäure-Mittel äußern sich durch Krümmungswuchs (Verdrehungen), Gewebewucherungen (Luftwurzelbildungen) oder Blattdeformationen.

Strukturformel von 2,4-D (2,4-Dichlor-phenoxy-essigsäure):



Mittel und Wirkstoffe:

Wirkstoffe:	*Mittel*):*
2,4-D	Dicopur 500 flüssig, U 46 D-Fluid
DP = Dichlorprop-P	Duplosan DP, Optica DP
MCPA	Dicopur M, U 46 M-Fluid, Agroxone
MCPB	Tropotox
MCPP = CMPP = Mecoprop	Dicopur KV, Duplosan KV

*) Neben den aufgezählten Mitteln gibt es noch eine Vielzahl von Wirkstoffkombinationen (z.B. 2,4-D + MCPP = Duplosan KV neu u.a.).

**) Die Phenoxyfettsäuren liegen meist als Gemische von Isomeren vor. Isomere sind chemische Verbindungen mit gleicher stofflicher Zusammensetzung, bei denen die Atome zwar gleich verknüpft, jedoch räumlich verschieden angeordnet sind. Dadurch besitzen Isomere unterschiedliche physikalische, chemische und biologische Eigenschaften. Mit Duplosan KV wird neuerdings ein MCPP-Mittel angeboten, das kein

Isomerengemisch ist, sondern nur das wirksame Isomer enthält. Dies macht sich durch eine um die Hälfte verminderte Aufwandmenge bemerkbar.

10.2. Benzoesäuren

Ähnlich wie die Phenoxyfettsäuren verhält sich auch der Wirkstoff Dicamba (= Mediben). Auch dieser Wirkstoff ist systemisch, führt aber im Vergleich zu den Phenoxyfettsäure-Mitteln nicht zu einem übermäßigen Wachstum, sondern zu einem Wachstumsstillstand. Dicamba verursacht ebenfalls Deformationen und übermäßige Verzweigungen bei den Unkräutern (Blättern und Stängeln).

Dicamba und Wirkstoffkombinationen:	*Mittel:*
Dicamba	Mais-Banvel WG
Dicamba + Rimsulfuron *)	Task
Dicamba + MCPA **)	Banvel M
Dicamba + MCPP **)	Rumexan

*) Wirkstoff ist ein Sulfunylharnstoff.
**) Wirkstoffe sind Phenoxyfettsäuren.

10.3. Pyridin – Fettsäuren

Die Pyridin-Fettsäuren (*Clopyralid, Fluroxypyr, Picloram* und *Triclopyr*) zeigen keine „Wuchsstoffschäden“, wie die Phenoxyfettsäuren. Sie leiten sich aber auch von den Auxinen ab. Die Pyridine werden nach der Aufnahme ebenfalls in den Pflanzen systemisch verteilt und stören den Wuchsstoffhaushalt und die Eiweißbildung. Ihr Einsatz erfolgt gegen zweikeimblättrige Wurzel- und Samenunkräuter. Gräser bleiben verschont.

Wirkstoffe:	*Mittel:*
Clopyralid	Lontrel 100
Triclopyr	Garlon 4
Clopyralid + Triclopyr	Garlon L 60
Picloram	Tordon 22 K

10.4. Carboxysäuren

In diesem Zusammenhang sei auch der Carboxysäure-Wirkstoffe Quinmerac erwähnt, der ebenfalls als Auxin-Herbizid ins Wachstum der Unkräuter eingreift. Der Stoff wird primär über die Wurzeln, weniger über die Blätter aufgenommen und hemmt in der Folge das Wachstum der zweikeimblättrigen Unkräuter. Hervorzuheben ist die gute Wirkung gegen Klettenlabkraut und Ehrenpreis-Arten. Quinmerac ist im Herbizid *Butisan Top* in Kombination mit Metazachlor enthalten. *Butisan Top* wird zur Bekämpfung zweikeimblättriger Unkräuter in Winterraps verwendet.

5. Applikationstechnik (Anwendungstechnik)

5.1. Applikationsverfahren

Aufgabe der Applikationstechnik ist es, chemische Pflanzenschutzmittel in der gewünschten Dosis möglichst gleichmäßig über Kulturpflanzen(bestände) zu verteilen. Dazu bedient man sich verschiedener Verfahren.

5.1.1. Feste Verfahren

Stäuben: Gleichmäßige Verteilung pulverförmiger Formulierungen mit einer Korngröße von 0,02-0,08 mm unter Verwendung eines Trägerluftstromes. Im Freiland besteht die Gefahr einer Abdrift!

Streuen: Gleichmäßige Verteilung von Granulaten bestimmter Größen und Mengen.

Granulatform	Korndurchmesser	Aufwandmenge / ha
Makrogranulate	größer als 0,5 mm	mehr als 60 kg
Mesogranulate	0,2 – 0,5	15 – 60 kg
Mikrogranulate	0,08 – 0,2 mm mm	3 – 15 kg

Die Ausbringung der Granulate erfolgt mit speziellen Streugeräten. Düngestreuer sind meist nicht geeignet, da sie für zu große Mengen (von etwa 500 kg/ha) ausgelegt sind. Granulatstreuer müssen 5 bis 150 kg je Hektar genau ablegen können. Da Granulate schlecht an den Pflanzen haften bleiben, beschränkt sich ihr Einsatzbereich fast nur auf Bodenherbizide und Insektizide gegen Bodenschädlinge (Drahtwürmer, Engerlinge, Nematoden).

Vorteile der Granulate:
- Präparate sind gebrauchsfertig,
- fast keine Abtrift bei der Ausbringung, sowie
- Granulatreste können leicht aufbewahrt und wieder verwendet werden.

Bestreichen: Zum Beispiel das Bestreichen von (Schnitt-)Wunden von Obstbäumen mit fungiziden Pasten. Vorteil: Gezielter, sparsamer Einsatz von Pflanzenschutzmittelwirkstoffen ⇨ geringe Umweltbelastung.

Dem Bestreichen kann man auch das *Abstreifen* (z.B. des Glyphosate-Mittels Roundup) an Unkräutern zuordnen. Dabei handelt es sich eigentlich um ein flüssiges Verfahren.

5.1.2. Flüssige Verfahren

Spritzen: 80 Volumprozent der ausgebrachten Brühe besitzen einen Tröpfchendurchmesser von 0,15-0,6 mm. Dieses Verfahren wird heute am häufigsten bei Flächenkulturen (Ackerbau, Grünland usw.) angewandt.
Richtzahlen für den Wasseraufwand:

Traktorfeldspritze	100 bis 500 Liter/ha
Spritzgeräte im Obst- und Weinbau	800 bis 2000 Liter/ha
Gießkanne (Kleingärten, Wege, Rasenflächen u.ä.)	10 Liter/10 m²
Rückenspritze	0,5 bis 1 Liter/10 m²

Sprühen: 80 Volumprozent der ausgebrachten Brühe besitzen einen Tröpfchendurchmesser von 0,05-0,15 mm. Geringerer Wasseraufwand als beim Spritzen (z.B. Obst- und Weinbau rund 300 l/ha). Abdriftgefahr! Dieses Verfahren ist bei Raumkulturen (Obst-, Wein- und Hopfenbau) sehr gebräuchlich.

Feinsprühen: 80 Prozent der ausgebrachten Brühen besitzen einen Tröpfchendurchmesser von 0,06-0,125 mm. Geringerer Wasseraufwand als beim Sprühen (z.B. Obst- und Weinbau rund 150 l/ha). Abdriftgefahr!

Vorteile des (Fein-)Sprühens gegenüber dem Spritzen:
- geringer Brühenaufwand je Hektar,
- weniger Anrüstzeiten,
- keine oder geringe Abtropfverluste von den Blättern oder Früchten.

Nachteil des (Fein-)Sprühens:
- erhöhte Abdriftgefahr (kleinere Tröpfchen)

Nebeln: Tröpfchendurchmesser von maximal 0,15 mm, größtenteils aber kleiner als 0,005 mm. Dieses Verfahren ist nur für geschlossene Räume (Lagerhäuser, Glashäuser) geeignet, da die Bewegung der Tröpfchen im Freiland durch Witterungseinflüsse (Thermik, Wind) nicht kontrolliert werden kann. Die Ausbringung der Pflanzenschutzmittel wird mit Heiß- oder Kaltverneblern durchgeführt. Den Transport der Tröpfchen zu den Pflanzen übernimmt der mit Hilfe der Geräte erzeugte Trägerluftstrom. Danach geschieht die Anlagerung durch Sedimentation (Einwirkung der Schwerkraft).

Heißvernebler arbeiten mit Hilfe eines pulsierenden Verbrennungsverfahrens, bei dem ein Benzin-Luftgemisch 80- bis 100mal je Sekunde in einer Brennkammer gezündet wird. Die dabei entstehende schwingende Gassäule teilt die auslassseitig in flüssiger Form zugeführten Pflanzenschutzmittel in feine Tröpfchen auf. Daneben trägt auch die thermische Energie zur Erzeugung der Nebeltröpfchen bei. Durch Hitzeeinwirkung können Pflanzenschutzmittelwirkstoffe beeinträchtigt werden.

Bei den *Kaltverneblern* erfolgt das Zerstäuben der Spritzflüssigkeit entweder über pneumatische Verfahren (hohe Gasgeschwindigkeiten) oder durch Ultraschall. Dabei werden die Wirkstoffe nicht beeinträchtigt.

Vorteile des Nebelns:
- Geringe Mengen an Trägerstoffen (Wasser oder speziellen Formulierungen),
- einfache und schlagkräftige Anwendung,
- kurze Rüstzeiten sowie
- sehr gute Haftfähigkeit des Pflanzenschutzmittelbelags.

Nachteile des Nebelns:
- Erhöhte Gefahr für den Anwender durch Einatmen des Nebels (siehe Anwenderschutz),
- schwer kontrollierbare Bewegung der Tröpfchen, Abdriftgefahr, daher nur in geschlossenen Räumen anwendbar,
- schwierige Verteilung der Tröpfchen, Gefahr einer Überdosierung besonders in kleinen Räumen mit phytotoxischen Erscheinungen an den Pflanzen sowie
- Wirkstoffverluste beim Arbeiten mit Heißneblern.

LV-Verfahren (low volume): Kennzeichnend für dieses Verfahren ist der geringe Brühenaufwand. Gleichzeitig vermindert sich auch das Gewicht der Brühe. Daher wird dieses Verfahren häufig bei der aviotechnischen Ausbringung (Flugzeug- oder Hubschrauberapplikation) von Pflanzenschutzmitteln verwendet. (In Österreich ist eine aviotechnische Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln praktisch nicht möglich.)

- *LV-Verfahren (low volume spraying):* 5-10 Liter Brühe/ha
- *ULV-Verfahren (ultra low volume spraying):* 0,5-5 Liter Brühe/ha
- *UULV-Verfahren (ultra-ultra low volume spraying):* weniger als 0,5 Liter Brühe/ha

Tauchen: Erdbeerpflanzen werden beispielsweise vor dem Auspflanzen zur Behandlung der *Verticillium*-Welke oder der Rhizomfäule *Phytophthora cactorum* mit den Wurzeln in eine fungizide Pflanzenschutzmittelbrühe getaucht.

5.1.3. Gasförmige Verfahren

Verbrennen, Verdampfen: Einsatz von Räucher- oder Verdampfungsmitteln in geschlossenen Räumen.

Begasen: Durch chemische Reaktionen werden gasförmige Wirkstoffe frei, wie beispielsweise bei der Bodenentseuchung, beim Einsatz von Phosphorwasserstoffmitteln beim Vorratsschutz oder bei der Bekämpfung von Wühlmäusen.

5.1.4. Beizung, Saatgutinkrustierung

Darunter versteht man die Anlagerung von Pflanzenschutzmitteln an ein Saatgut. Man verwendet den Ausdruck Beizung eher bei der Behandlung von Pilzkrankheiten, den Ausdruck Inkrustierung eher bei der Bekämpfung von tierischen Schädlingen (z.B. Drahtwürmer, Engerlinge oder andere Bodenschädlinge). Beizung und Saatgutinkrustierung sind Methoden, die sehr sparsam mit Pflanzenschutzmitteln umgehen. Mit geringem Mittelaufwand wird ein hoher Effekt erzielt.

Größe der Zielflächen bei chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen bei Winterweizen		
Anwendungsbereich	***Zielfläche***	***Größe in m²/ha***
Beizung	Saatkorn	250 – 300
Unkrautbekämpfung, Vorauflauf	Boden	10.000
Unkrautbekämpfung, Nachauflauf	Unkräuter, Ungräser	bis 25.000
Wachtumsregulatoren, Halmbruch	Halmbasis	5000 – 7000
Blattkrankheiten, Fungizide	Gesamte Pflanzen	70.000 – 125.000
Ährenkrankheiten, Blattläuse	Ähren und oberer Blattbereich	50.000 – 100.000

Man unterscheidet:

Flüssig- und **Schlämmbeizung:** Bei Verwendung von flüssigen Pflanzenschutzmitteln.
Trockenbeizung: Bei Verwendung pulverförmiger Pflanzenschutzmittel.
Pilliertes Saatgut: Saatgut (z.B. Zuckerrübensaatgut), das schichtweise unter Zuhilfenahme von Füllmaterialien mit Fungiziden oder Insektiziden überzogen worden ist.

5.2. Verteilung der Pflanzenschutzmittel bei flüssigen Applikationsverfahren

Die gleichmäßige Verteilung von Spritzflüssigkeiten mit Pflanzenschutzmitteln über Feldern oder in Raumkulturen macht die Erzeugung kleiner Tröpfchen erforderlich. Die Größe der Tröpfchen hängt von der Beschaffenheit der Düsen und dem Arbeitsdruck ab. Je größer die Düsenöffnung und je niedriger der Arbeitsdruck, desto größere Tröpfchen entstehen.

Größere Tröpfchen fallen rascher zu Boden und werden durch den Wind weniger leicht verweht. Daher besteht eine geringere Gefahr einer *Abdrift* auf benachbarte Flächen. Tröpfchen von mehr als 0,4 mm Durchmesser rollen wiederum leicht von Blättern, Stängeln oder anderen behandelten Pflanzenteilen ab.

Tröpfchengröße, Durchmesser in mm	Theoretische Abdrift in m bei 3 m Spritzhöhe und einer Windgeschwindigkeit von 5 km/h
2	1,2
1	1,5
0,5	2,1
0,2	5,8
0,1	14,6
0,033	125
0,005	5500

Kleine Tröpfchen bleiben länger in Schwebe und dringen besser in Pflanzenbestände (Raumkulturen) ein. Sie benetzen zuverlässiger die gesamte Pflanzenoberfläche und sind daher besonders für die Bekämpfung pilzlicher Schaderreger (auch die Blattunterseite) mit Belagsmitteln geeignet. Je kleiner nämlich die Tropfen sind, umso größer ist bei gleichem Volumen die von der Spritzflüssigkeit bzw. vom Pflanzenschutzmittel bedeckte Fläche. Wird ein Liter Flüssigkeit (Brühe) in Form verschieden großer Tröpfchen verspritzt, so ergeben sich nachfolgende Belagsstrukturen:

Tröpfchengröße, Durchmesser in mm	Anzahl Tröpfchen pro cm² Blattfläche	bedeckte Fläche in mm² pro cm² Blattfläche
0,05	150	1,5
0,1	19	0,3
0,2	2	0,075
0,3	0,7	0,05
0,4	0,3	0,037

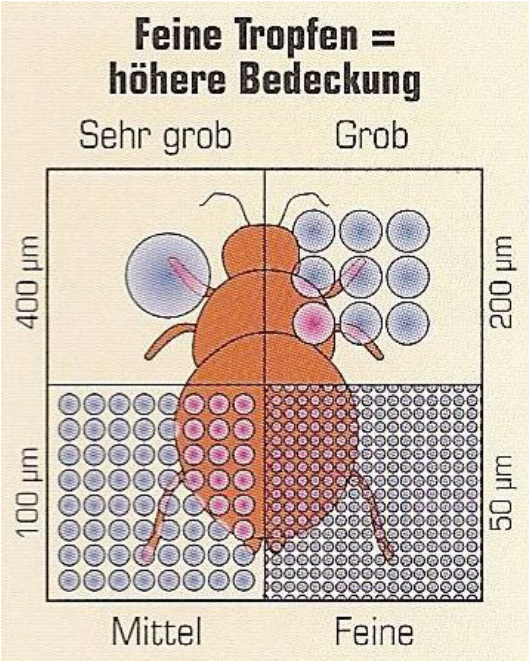


Abbildung:
Je feiner die Tropfen Quelle Hardi GmbH

Tröpfchen, die kleiner als 0,1 mm Durchmesser sind, können rasch verdunsten, sodass sie nur mehr als winzige Stoffteilchen in Form gesättigter Lösungen, Kristallen oder festen Partikeln vorliegen. Jedem Luftströmung folgend, können sie weit abgedriftet (verweht) werden. Daher sollen feintröpfige Applikationen möglichst bei Windstille (keineswegs bei einer Windgeschwindigkeit von über 10 km/h), nicht bei Temperaturen über 20°C und nicht bei geringer Luftfeuchtigkeit erfolgen. Aus diesem Grunde versucht man in der ackerbaulichen Praxis mit geringem Druck und solchen Düsen zu arbeiten, damit der Anteil feiner Tröpfchen, die kleiner als 0,1 mm sind, geringer als 10 Prozent ist. Gleichzeitig soll die Fahrgeschwindigkeit 6 bis 8 km/h nicht überschritten werden. Die Beachtung dieser Kriterien ist sehr wichtig, um Schäden in der Umwelt oder Kontaminationen durch Pflanzenschutzmittel zu vermeiden.

Lebensdauer von Wassertröpfchen:

Tröpfchengröße, Durchmesser in mm	Temperatur	relative Luftfeuchte	Lebensdauer
0,1	20°C	70%	20 sec
0,1	30°C	40%	8 sec
0,05	20°C	70%	5 sec
0,05	30°C	40%	2 sec

Damit feine Tröpfchen in Raumkulturen (Obst, Wein, Hopfen) das Applikationsziel erreichen, bedient man sich der Luft als Trägermedium. Dazu verwendet man Gebläsespritzen oder -sprüher. Eine Verminderung der Gefahr einer Abdrift aus Raumkulturen versucht man, durch Recyclinggeräte (z.B. Tunnelspritz- oder -sprühgeräte) oder durch eine elektrostatische Aufladung der Tröpfchen zu erzielen.

5.3. Abdrift

So sehr feine Tropfen bei der Pflanzenschutzarbeit erwünscht sind, so sehr können sie auch die Gefahr einer Abdrift auf andere Pflanzenkulturen, Hecken entlang von Feldern als Rückzugsraum für andere Organismen (Vögel, Nützlinge usw.), Oberflächengewässer, Siedlungsgebiete usw. mit sich bringen. Dort können sie Auswirkungen auf

die menschliche Gesundheit,

- Nichtzielorganismen (Nützlinge an Hecken, Fische und Fischnährtiere in Oberflächengewässern usw.),
- Rückstände bei Nichtzielkulturen,
- phytotoxische (Pflanzen schädigende) Erscheinungen, vor allem durch Herbizide, an Nichtzielkulturen usw. haben. Daher ist eine Abdrift möglichst zu vermeiden.

Die Ursachen für Abdriften können von gerätetechnischen und meteorologischen Faktoren stammen:

- ***Tropfengröße:*** Je kleiner die Tropfen, umso leichter können sie verdriftet werden. Daher sollte man bei der Pflanzenschutzarbeit möglichst mit Antidriftflachstrahl-, Turbo-Flachstrahl-, Injektor- oder Luftansaugflachstrahldüsen arbeiten und Kegelstrahldüsen meiden.
- ***Fahrgeschwindigkeit:*** Je rascher mit der Zugmaschine gefahren wird, desto mehr Verwirbelungen der Luft entstehen und die Abdrift feiner Tropfen wird gefördert. Daher Pflanzenschutzarbeiten mit Injektor-, Luftansaugflachstrahldüsen nur mit einer Fahrgeschwindigkeit von maximal 10 km/h, mit anderen Düsen von 6 bis 8 km/h durchführen.
- ***Spritzhöhe:*** Je weiter der Abstand zwischen den Düsen und der Zielfläche, desto größer ist die Gefahr der Abdrift feiner Tropfen. Daher die Empfehlungen der Konstrukteure der Pflanzenschutzgeräte beachten! Bei Flächenkulturen (Ackerland, Grünland) beträgt der Abstand meist 50 cm.
- ***Windgeschwindigkeit:*** Je höher die Windgeschwindigkeit, desto eher besteht die Gefahr einer Abdrift. Daher Pflanzenschutzarbeiten mit Injektor-, Luftansaugflachstrahldüsen nur bei Windgeschwindigkeiten von maximal 5 m/sek, mit Antidriftdüsen nur von maximal 4 m/sek und mit Standardflachstrahldüsen nur von maximal 3 m/sek durchführen. Neben der Windgeschwindigkeit ist auch die Windrichtung zu beachten!
- ***Lufttemperatur:*** Je höher die Temperatur, desto stärker können Aufwinde sein, die feine Tröpfchen mitreißen, in höheren Schichten horizontal verfrachten und an anderen Stellen wieder ablagern. Daher Pflanzenschutzarbeiten möglichst in der kühleren Tageszeit (morgens oder abends) und nicht bei Mittagshitze durchführen! Als Richtwert gilt, dass die Temperaturen nicht mehr als 25 °C betragen sollten.
- ***Luftfeuchte:*** Je höher die Luftfeuchte, desto geringer ist die Gefahr einer Abdrift, da die Tropfen weniger leicht verdunsten. Daher sollte man Pflanzenschutzarbeiten möglichst am Abend oder in der zeitigen Früh durchführen! Die abendliche Ausbringung hat den Vorteil, dass die Tropfen über einen längeren Zeitraum bestehen bleiben und länger von den Pflanzen aufgenommen werden können. (Wichtig bei tiefenwirksamen und systemischen Mitteln) Während der Nachtstunden haben die Wirkstoffe auch länger Zeit zu verdampfen. Sie verschwinden von der Pflanzenoberfläche und gefährden dadurch Nützlinge und Bienen weniger stark am nächsten Tag. Die morgendliche Ausbringung hat den Vorteil, dass meist geringe Windgeschwindigkeiten vorliegen.
- ***Bei Raumkulturen*** sollte man ebenfalls mit abdriftmindernden Düsen und mit einer angepassten, möglichst geringen Gebläseleistung arbeiten. Dabei sollte die Laubwand der Kultur (Obst, Wein usw.) ausreichend durchdrungen werden. Wenn aber über mehrere Fahrgassen hinweg appliziert wird, kann es leicht zu einer Abdrift kommen. Bei Pflanzenschutzarbeiten in Kulturen mit engen Reihenabständen (z.B. Weinreihen, Obstspalierreihen usw.) sollte man in frühen Entwicklungsstadien, solange noch wenig Laub vorhanden ist, die Spitzflüssigkeit möglichst ohne Luftunterstützung ausbringen.

5.4. Gebräuchliche Düsen

Bedingt durch die „Abstandsauflagen zu den Oberflächengewässern“ und der Gefahr einer Abdrift haben in den vergangenen Jahren Düsen, die große Tröpfchen bilden (z.B. Injektordüsen), stark an Bedeutung gewonnen.

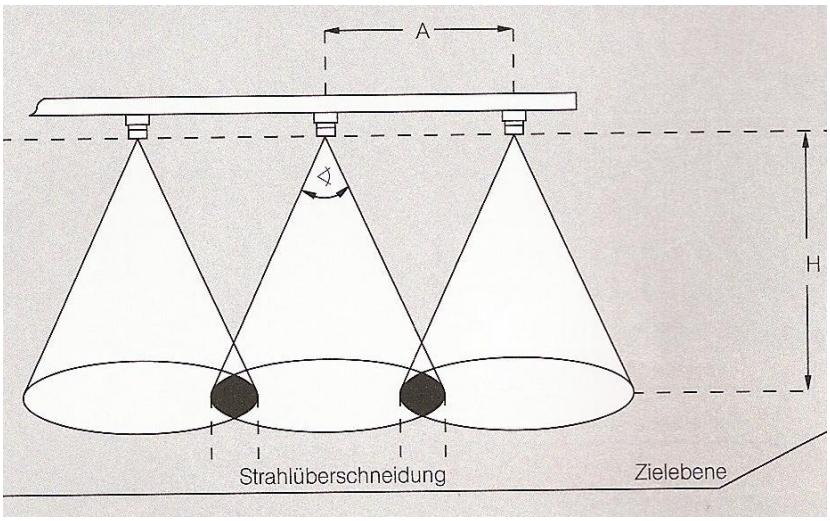
5.4.1. Rundlochdüsen (Rundstrahldüsen, Kegelstrahldüsen)

H o h l k e g e l d ü s e n	= *Cone-Jet*	*cone,* engl.: Kegel	*jet*, engl.: Düse
V o l l k e g e l d ü s e n	= *Full-Jet*	*full,* engl.: voll	

Die Spritzflüssigkeit wird durch die Düsen in Form eines hohlen oder vollen Kegels zerstäubt. Unter Druck (10 bis 20 bar) wird die Spritzflüssigkeit beim Ausstoß durch einen Wirbelkörper (Drallkörper, *engl.* core) in drehende Bewegung versetzt. Dabei entstehen feine Tröpfchen. Die Gefahr einer Abdrift ist daher sehr groß. Aus diesen Gründen werden Hohl- oder Vollkegeldüsen beim Pflanzenschutz

heute nur mehr selten verwendet. Außerdem werden die Pflanzenschutzgeräte (vor allem die Pumpen) durch den hohen Arbeitsdruck stark beansprucht. Hohlkegeldüsen sollen so montiert sein, dass sich die Strahlkegel unmittelbar vor der Zielfläche gerade überschneiden.

Abbildung: Anordnung bei Hohlkegeldüsen Quelle: Lechler GmbH



5.4.2. Schlitzdüsen, Flachstrahldüsen

Bei Flachstrahldüsen wird die Spritzflüssigkeit durch ein schlitzförmiges Mundstück in Form eines abgeflachten Strahles (Fächers) zerstäubt. Das Auftreffbild stellt eine flache Ellipse dar. Die ersten Düsen dieses Typs waren die Standardflachstrahldüse, auf denen sich die Prall- und Luftansaugdüsen (Injektordüsen) weiter entwickelten.

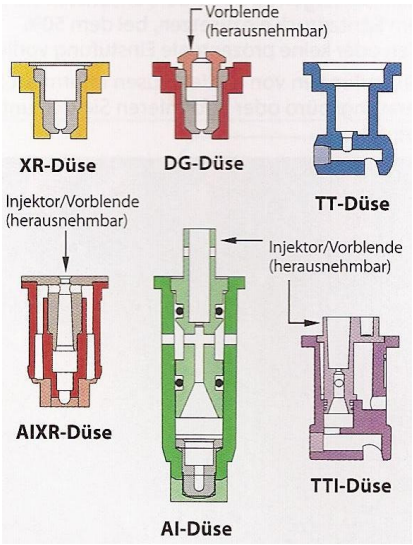


Abbildung:
Schnittbilder verschiedener Typen von Flachstrahldüsen.

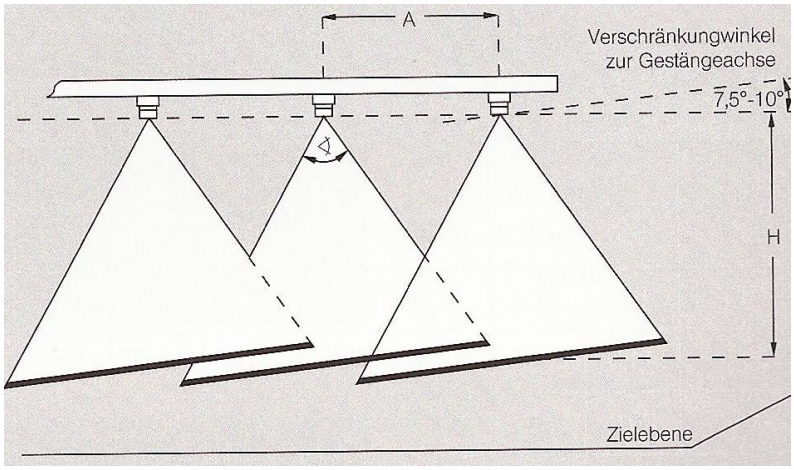
Quelle: TeeJet Technologies

S t a n d a r d f l a c h s t r a h l d ü s e n

Bei einem optimalen Betriebsdruck von 3 bar zeichnen sich Flachstrahldüsen durch eine sehr gute Querverteilung der Spritzflüssigkeit aus. Dabei müssen die Düsen in einem Anstellwinkel von 5 bis 10 Grad quer zum Spritzgestänge montiert sein, damit die Spritzfächer (Austrittwinkel 110 bis 120 Grad, Düsenabstand 50 cm) nicht aufeinander treffen. Flachstrahldüsen werden meist 50 cm über der Zielfläche (z.B. über dem Boden, über den Getreideähren usw.) geführt. Dabei sollen sie 7,5 bis 10 Grad in ihrer Strahlebene zur Rohrachse gedreht montiert werden, um gegenseitige Strahlstörungen durch Überschneidungen zu vermeiden. Bei Flachstrahldüsen besteht aufgrund der größeren Tröpfchen eine geringe Abdriftgefahr.

*ST = **St**andardflachstrahldüse*
*F = **F**lachstrahldüse,* Hardi

Abbildung: Anordnung bei Flachstrahldüsen Quelle: Lechler GmbH



Die Kennzeichnung der Flachstrahldüsen erfolgt durch zwei Zahlenblöcke (z.B. 110 04), wobei die ersten drei Zahlen den Spritzwinkel (Spritzfächer) in Graden, die vierte und fünfte Zahl die Düsengröße – eigentlich die Durchflussmenge in gal/min bei 2,81 bar Nenndruck – angeben.

Beispiele für die Kennzeichnung von Flachstrahldüsen:

Austrittswinkel in Graden | Größe der Düsenöffnung (Durchflussmenge)
110 04 0,4 gal/min = 1,51 l/min

N i e d e r d r u c k d ü s e n

*LP = **L**ow **P**ressure* (engl.: geringer Druck)

LP-Düsen sind spezielle Flachstrahldüsen mit einer ovalen Öffnung des Mundstückes. Bei einem geringen Arbeitsdruck von beispielsweise 1,5 bar erzeugen sie gröbere Tröpfchen als normale Flachstrahldüsen. Die Gefahr einer Abdrift ist daher sehr gering. Dies ist sehr wichtig bei Herbizidapplikationen. Gleichzeitig wird der Brühenaufwand auf 100 bis 200 Liter/ha herabgesetzt. Niederdruckdüsen eignen sich besonders für die Ausbringung von Vorsaatherbiziden.

A n t i d r i f t f l a c h s t r a h l d ü s e n

Antidriftdüsen sind eine Weiterentwicklung der Flachstrahldüsen. Ihr Arbeitsdruckbereich liegt zwischen 1,5 und 6 bar und ist somit größer als bei den LP-Düsen. Die erzeugten „gröberen“ Tröpfchen von 0,2 bis 0,3 mm Durchmesser sind weniger anfällig für eine Abdrift, als jene von Standardflachstrahldüsen. Antidriftdüsen eignen sich besonders für die Ausbringung von systemischen Pflanzenschutzmitteln (Blattherbiziden, Insektiziden, Fungiziden), Vorauflaufherbiziden, Wachstumsreglern oder Flüssigdüngern (AHL).

*AD = **A**nti **D**rift,* Lechler
*DG = **D**rift **G**uard,* TeeJet

M e h r b e r e i c h s d ü s e n, U n i v e r s a l d ü s e n

Bei den Mehrbereichsdüsen handelt es sich um verbesserte Flachstrahldüsen, die bei einem geringen Druck von 1,5 bar eine grobtropfigere, bei einem Druck von 4 bis 5 bar eine feintropfigere Ausbringung der Spritzbrühe ermöglichen. Durch diese Variationsmöglichkeit des Arbeitsdruckes kann man mit den Mehrbereichsdüsen mit gleicher Fahrgeschwindigkeit unterschiedliche Brühenmengen (etwa 100 - 150 Liter Differenz) bei einer guten Querverteilung ausbringen. Diese Möglichkeit kommt auch der Verwendung von Regeleinrichtungen bei Pflanzenschutzgeräten sehr entgegen.

*LU = **L**echler **U**niversaldüsen, XR = e**x**tended **r**ange TeeJet-Düsen*

D o p p e l f l a c h s t r a h l d ü s e n

Mit diesen Düsen erfolgt ein doppeltes, schräges Anspritzen der Pflanzen schräg nach vorne und schräg nach hinten durch zwei hintereinander liegende Austrittsöffnungen (Schlitze). Da es nahezu keine „Spritzschatten“ gibt, wird die Benetzung der Zielfläche verbessert. Diese Düsenart eignet sich vornehmlich zur Behandlung von Ährenkrankheiten beim Getreide (z.B. *Septoria*-Spelzenbräune-Behandlung beim Weizen). Der Abstand zur Zielfläche soll wie bei allen Flachstrahldüsen 50 cm betragen.

Twin Jet, Hardi
*DF = **D**oppel**f**lachstrahldüse,* Lechner

D ü s e n f ü r d i e R e i h e n b e h a n d l u n g (B a n d s p r i t z u n g)

Bei der Reihenbehandlung (Bandspritzung) fällt die Überlappung der Spritzfächer weg. Daher müssen diese Düsen eine rechteckige Verteilung aufweisen. Tee-Jet-Düsen zur Reihenbehandlung sind mit *E* (*E = even,* engl. = gerade) gekennzeichnet. Sie arbeiten mit einem Spritzwinkel von 65 bis 90 Grad.

Bei der Reihenbehandlung werden die Düsen, je nach der gewünschten Breite des Spritzbandes, 10 bis 20 cm über der Zielfläche (Boden) geführt. Der optimale Arbeitsdruck liegt wie bei den anderen Standardflachstrahldüsen bei 3 bar. Die Kennzeichnung der TeeJet-Flachstrahldüsen für die Reihenbehandlung erfolgt durch vierstellige Ziffern, wobei die ersten beiden Ziffern den Austrittswinkel der Spritzflüssigkeit in Graden, die beiden folgenden Ziffern die Düsengröße angeben.

5.4.3. Flachstrahl-Pralldüsen

Im Gegensatz zu den Schlitzdüsen tritt bei den Pralldüsen die Spritzflüssigkeit über einen Kanal waagrecht aus und wird dabei auf einen Prallkörper geführt, der den Strahl in Tropfen zerteilt und nach unten ablenkt.

T u r b o – F l a c h s t r a h l d ü s e n

Der Arbeitsdruckbereich der Turbo TeeJet-Flachstrahldüsen liegt bei 1,5 bis 5 bar. Sie weisen bereits bei einem niederen Druck eine sehr gute Querverteilung auf. Durch einen Vorzerstäuber im Düsenkörper wird der Druck am Düsenmundstück verringert und es entstehen gröbere Tröpfchen. Durch einen minimalen Feintropfenanteil und durch eine um 20 Prozent erhöhte Tropfengeschwindigkeit (ohne Erhöhung des Drucks) ist die Abdriftgefahr deutlich herabgesetzt. Dadurch sind auch höhere Fahrgeschwindigkeiten bei der Pflanzenschutzarbeit möglich. Sie weisen eine sehr gute Bestandesdurchdringung durch einen um 15 Grad abgelenkten Flachstrahl auf und sind gut für die Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln und flüssigen Düngern (AHL) geeignet.

*TT = **T**urbo **T**eeJet*
*TTI = **T**urbo **T**eeJet **I**nduction*
*LD = **L**ow **D**rift,* Hardi

Abbildung:
TTI Turbo TeeJet Induction-Düse:
Eine Kombination von Turbo- und Luftinjektordüse (Luftansaugdüse). Auf der rechten Seite erkennt man die Luftansaugöffnung.

Quelle: TeeJet Technologies

5.4.4. Injektor-, Luftansaug-Flachstrahldüsen

Der Name Injektorflachstrahldüse leitet sich von den seitlichen Bohröffnungen ab, durch die Luft in die Düsen angesaugt wird. Injektordüsen arbeiten nach dem Venturi-Prinzip. Eine Vorblende erzeugt einen Vollstrahl mit hoher Strömungsgeschwindigkeit. Dadurch wird Luft durch eine seitliche Bohrung angesaugt. Bei der Durchmischung von Spritzflüssigkeit und Luft entstehen grobe Tropfen. Abhängig von den Eigenschaften des Pflanzenschutzmittels können auch luftgefüllte „Blasentropfen“ entstehen, die sich beim Auftreffen an der Zielfläche (Blätter) durch Zerplatzen weiter verteilen. Dadurch ergeben sich nur geringe Abtropfverluste. Die groben Tropfen, – auch die „Blasentropfen“, – sind wenig windempfindlich, sodass eine geringe Abdriftgefahr besteht. Der optimale Arbeitsdruck liegt zwischen 3 bis 8 bar. Injektordüsen sind sowohl für die Flächenspritzung im Ackerland, als auch für Gebläsespritzen und -sprüher in Raumkulturen (Obst-, Weinbau) geeignet.

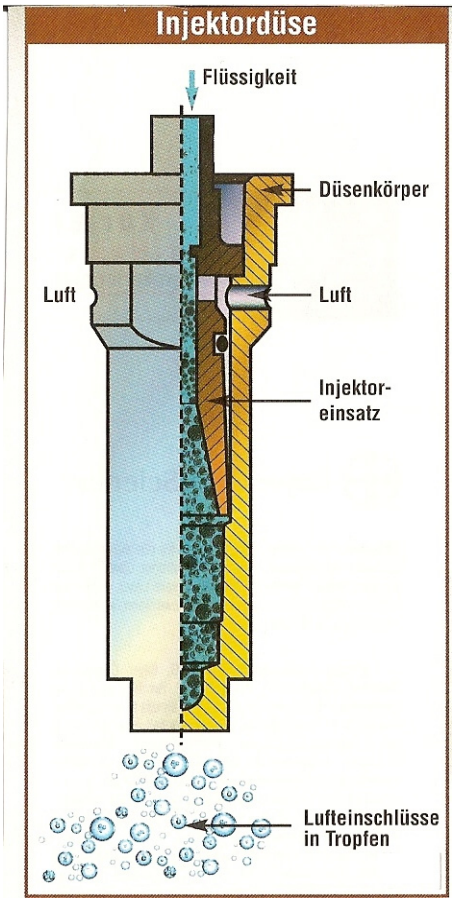


Abbildung:

Querschnitt einer Injektor-, Luftansaug-flachstrahldüse

Quelle: Lechler GmbH

Düsentypen:

*TD = **T**urbo **D**rop Injektordüse,* Agrotop,
*ID = Air **I**njektor **D**üse,* Lechler,
IDN, Lechler,
*IDK = Air **I**njektor **K**ompaktdüse,* Lechler,
IDKN, Lechler,
AI = Air Induction. TeeJet,

inject, engl.: Einspritzung
induction, engl.: Einführung

Kompakt- (IDK-) und N-Düsen (IDN-, IDKN-) sind eine Weiterentwicklung der ursprünglichen Air-Injektordüsen (ID-). Kompaktdüsen sind gedrungener gebaut und können daher bei Umrüstungen leichter auf ältere Pflanzenschutzgeräte montiert werden. IDN-Düsen erzeugen aufgrund von Veränderungen der Konstruktion einen noch größeren Anteil gröberer Tröpfchen. Sie sind daher bis zu 90 Prozent abdriftmindernd.

Analog zu den Doppelflachstrahldüsen gibt es auch Air-Injektor-Doppelflachstrahldüse und Air-Injektor-Kompakt-Doppelflachstrahldüse (*IDKT,* Lechler).

5.4.5. Weitere Sonderformen von Düsen

Lochdüsen

Dabei handelt es sich um Düsen mit mehreren Löchern an den Seiten der Mundstücke, die große Tröpfchen erzeugen und zur Ausbringung von flüssigen Bodendüngern (z.B. AHL) dienen.

SJ = ***S**tream **J**et* (TeeJet)

Asymmetrische Düsen

Mit asymmetrischen Düsen wird die Spritzflüssigkeit nach unten und seitlich ausgestoßen. Dadurch ist es beispielsweise möglich, den Boden unter den Kulturpflanzen mit Herbiziden zu behandeln, ohne deren Blätter zu benetzen (Unterblattspritzung).

E x z e n t e r d ü s e n, S e i t e n w u r f d ü s e n

Seitenwurfdüsen sind Schrägschlitzdüsen für besondere Zwecke, wie beispielsweise zur Unkrautbehandlung im Obst- und Weinbau, zur Unterblattspritzung in Reihenkulturen (z.B. Mais) oder als Enddüse am Spritzbalken bei Feldrandapplikationen

AIUB-Düse, **A**symmetrische **I**njektor-**U**nter**b**latt-Flachstrahldüe, Teejet
B-Jet, Injektorflachstrahldüse, Hardi
IS = Air **I**njektor **S**chrägstrahldüse, Lechler
IDKS = Air **I**njektor-**K**ompakt-**S**chrägstrahldüse, Lechler

W e i t w u r f d ü s e n

Weitwurfdüsen dienen zur Verbreiterung von Spritzbahnen. Sie werden an den Balkenenden angebracht. Die Querverteilung ist jedoch ungenau, so dass bei der Anwendung von Herbiziden von solchen Düsen abgeraten werden muss. Mit Weitwurfdüsen können nur Präparate mit einer großen Dosiertoleranz (z.B. die meisten Insektizide oder Fungizide) ausgebracht werden.

OC = ***O**ff **C**enter* mit einer Düsenöffnung, Lechler
DOC = ***D**ouble **o**ff **C**enter* mit zwei Düsenöffnungen, Lechler
XP-Boomjet, Hardi

Rotationszerstäuber

CDA = ***C**ontrolled **D**roplet **A**pplication*

Beim Spritzen oder Sprühen mit herkömmlichen Düsen entstehen Tröpfchen mit unterschiedlichem Durchmesser. Hingegen werden bei Rotationszerstäubern praktisch nur Tröpfchen mit einer bestimmten Größe, *controlled droplets,* erzeugt. Die Tröpfchengröße ergibt sich durch die Drehzahl der rotierenden (Düsen-) Scheibe und der zugeführten Spritzflüssigkeitsmenge je Zeiteinheit. Die Spritzflüssigkeitsmenge beträgt nur 5 bis 50 Liter je Hektar.

5.5. Düsenwahl

Die Auswahl der für die jeweilige Pflanzenschutzmaßnahme passenden Düsen richtet sich

- nach der Dosierung, wobei die Durchflussmenge von der Düsengröße und dem Arbeitsdruck abhängig ist,
- nach der erforderlichen Benetzung, die von der Bestandesdichte der zu behandelnden Kultur und von der Oberflächenbeschaffenheit der Zielfläche (Blattstellung, Wachsschicht oder Behaarung der Blätter usw.) abhängig ist, sowie
- nach den gesetzlichen Bestimmungen, entsprechend den vorgeschriebenen Abstandsauflagen zu Oberflächengewässern.

Zur weitgehenden Vermeidung einer Abdift bedient man sich bei den Pflanzenschutzgeräten bestimmter technischer Einrichtungen, wie beispielsweise der Luftunterstützung bei Feldspritzen oder Luftleitblechen bei Gebläsespritzen für Raumkulturen, und der Ausstattung mit abdriftmindernden Düsen. Eine Liste von abdriftmindernden Geräten oder Geräteteilen kann unter folgenden Internetadressen aufgefunden werden:

www.ages.at
www.blt.josephinum.at
www.blt.bmlfuv.gv.at

M e h r f a c h d ü s e n s t ö c k e

Um den Anforderungen bei der Düsenwahl nach den oben genannten Kriterien gerecht zu werden, kann man so genannte Mehrfachdüsenstöcke (mit 2 bis 4 verschiedenen Düsentypen) verwenden. Dadurch werden auch größere Zeitverluste beim Wechseln der Düsen vermieden.

5.6. Einstellung der Pflanzenschutzgeräte

Um Pflanzenschutzmittel ordnungsgemäß ausbringen zu können, ist es notwendig, die Geräte vor der Inbetriebnahme richtig einzustellen (kalibrieren).

5.6.1. Einstellung der Pflanzenschutzgeräte für Flächenkulturen (Feldbau, Grünland)

Voraussetzung für eine genaue Pflanzenschutzarbeit (Dosier- und Verteilungsgenauigkeit) sind voll funktionsfähige Geräte. Richtig Dosieren bedeutet, dass die Düsen(größe), die Fahrgeschwindigkeit und der Arbeitsdruck aufeinander abgestimmt sind.

Das Einstellen von Pflanzenschutzgeräten (Feldspritzen) erfolgt in mehreren Schritten:

- Bei der Einstellung des Pflanzenschutzgerätes wird zuerst die tatsächliche *Fahrgeschwindigkeit* beim jeweiligen Gang der Zugmaschine im Rahmen eines *100-m-Tests* bei fliegendem Start ermittelt:

  72 sec/100 m ..... 5 km/h 45 sec/100 m ..... 8 km/h
  60 sec/100 m ..... 6 km/h 40 sec/100 m ..... 9 km/h
  51 sec/100 m ..... 7 km/h 36 sec/100 m ..... 10 km/h

- Gleichzeitig wird die Motordrehzahl der Zugmaschine für die später zu erfolgende Einstellung des Arbeitsdruckes festgehalten.
- Mitunter kann es zweckmäßig sein, ein Fahrgeschwindigkeitsdiagramm zu erstellen. Dabei fährt man beim 100-m-Test mit einem Gang zwei verschiedene Geschwindigkeiten und hält die jeweilige Motordrehzahl fest. Trägt man die Ergebnisse als Punkte in ein Rasterdiagramm ein, lässt sich der Zusammenhang zwischen der Fahrgeschwindigkeit und der Motordrehzahl ablesen.
- Anschließend liest man anhand einer „Tabelle zum Ermitteln des Einzeldüsenausstoßes“ oder einer „Einstellhilfe“ den notwendigen *Arbeitsdruck* unter Berücksichtigung der Fahrgeschwindigkeit, der gewünschten Ausbringmenge (Liter/ha) und der Düsengröße ab.
- Schließlich erfolgt die Einstellung des empfohlenen Arbeitsdrucks beim Pflanzenschutzgerät selbst mit geöffneten Düsen und mit jener Motordrehzahl, die zuvor beim Fahrgeschwindigkeitstest ermittelt worden ist. Dabei muss der Gerätetank mit Wasser gefüllt sein.
- Danach erfolgt die Kontrolle des *Flüssigkeitsausstoßes*. Dabei muss sowohl der Gesamtdüsenausstoß (Liter/Minute), der Wasserverbrauch (Liter) auf der Messstrecke von 100 m, als auch der Ausstoß je Düse (Durchschnitt mehrerer Einzeldüsenausliterungen je Minute) gemessen werden. Die Durchführung erfolgt somit bei einer Fahrt von 100 m bei eingestelltem Arbeitsdruck (gemäß Düsentabelle oder Einstellhilfe) und einer bestimmten Fahrgeschwindigkeit, die der Motordrehzahl angepasst ist.

Tabelle zum Ermitteln des Einzeldüsenausstoßes:

km/h ⇨	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	10,0
l/ha ⇩	Einzeldüsenausstoß in Liter je Minute bei einem Düsenabstand von 50 cm									
100	0,42	0,46	0,50	0,54	0,58	0,63	0,67	0,71	0,75	0,83
150	0,63	0,69	0,75	0,81	0,88	0,94	1,00	1,06	1,13	1,25
200	0,83	0,92	1,00	1,08	1,17	1,25	1,33	1,42	1,50	1,67
225	0,94	1,03	1,13	1,22	1,31	1,41	1,50	1.59	1,69	1,88
250	1,04	1,15	1,25	1,35	1,46	1,56	1,67	1,77	1,88	2,08
275	1,15	1,26	1,38	1,49	1,60	1,72	1,83	1,95	2,06	2,29
300	1,25	1,38	1,50	1,63	1,75	1,88	2,00	2,13	2,25	2,50
325	1,35	1,49	1,63	1,76	1,90	2,03	2,17	2,30	2,44	2,71
350	1,46	1,60	1,75	1,90	2,04	2,19	2,33	2,48	2,63	2,92
375	1,56	1,72	1,88	2,03	2,19	2,34	2,50	2,66	2,81	3,13
400	1,67	1,83	2,00	2,17	2,33	2,50	2,67	2,83	3,00	3,33
450	1,88	2,06	2,25	2,44	2,63	2,81	3,00	3,19	3,38	3,75
500	2,08	2,29	2,50	2,71	2,92	3,13	3,33	3,54	3,75	4,17
550	2,29	2,52	2,75	2,98	3,21	3,44	3,67	3,90	4,13	4,58
600	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	5,00

Formeln für Berechnungen:

$$\text{Gesamtdüsenausstoß (l/ha)} = \frac{\text{Brühenaufwand (l/ha) x Arbeitsbreite (m) x Fahrgeschwindigkeit (km/h)}}{600}$$

$$\text{Einzeldüsenausstoß (l/ha)} = \frac{\text{Brühenaufwand (l/ha) x Arbeitsbreite einer Düse (m) x Fahrgeschwindigkeit (km/h)}}{600}$$

Wasserverbrauch auf einer Fahrstrecke von 100 m:

$$\text{Wasserverbrauch (l/100m)} = \frac{\text{Arbeitsbreite (m) x Brühenaufwand (l/ha)}}{100}$$

Anstelle dieser Rechenvorgänge bieten verschiedene Firmen für das Auslitern eigene Messgefäße (Dosierzylinder, Dosierbecher) an, die eine schnelle und verlässliche Kontrolle erlauben.

5.6.2. Einstellung der Pflanzenschutzgeräte für Raumkulturen (Obst-, Wein- und Hopfenbau)

Die ersten Schritte bis einschließlich der Ermittlung der Fahrgeschwindigkeit erfolgen bei den Gebläsespritzen und –sprühern gleich wie bei den Pflanzenschutzgeräten für Flächenkulturen, vergleiche Kapitel 5.6.1. Dann erfolgt die Ermittlung der Düsengröße und des Spritzdrucks in mehreren Schritten:

- Die Ausbringmenge an Spritzflüssigkeit (gesamter Düsenausstoß l/min) wird entsprechend der bei Zulassung der Pflanzenschutzmittel festgelegten Spritzflüssigkeitsmenge (l/ha, siehe Anwendungsbestimmungen auf den Pflanzenschutzmittelpackungen), der Fahrgeschwindigkeit (km/h) und dem Reihenabstand errechnet.

$$\text{Gesamter Düsenausstoß (l/min)} = \frac{\text{Brühenaufwand (l/ha) x Reihenabstand (m) x Fahrgeschwindigkeit (km/h)}}{600}$$

- Danach muss der gesamte Düsenausstoß durch die Anzahl der für die Pflanzenschutzarbeit vorgesehenen Düsen geteilt werden. Dabei ist zu beachten, ob der Ausstoß bei allen Düsen gleich oder verschieden, der Kultur (z.B. der Baumform) angepasst, sein soll.

- Soll die Laubwand einer Kultur aufgrund der Erziehungsform gleichmäßig mit der Spritzflüssigkeit behandelt werden, wie beispielsweise bei Spalier- oder Spindelkulturen im Wein- und Obstbau, kann man mit identen Düsen arbeiten. Alle Düsen haben somit denselben Ausstoß an Spritzflüssigkeit. In diesem Falle ist es möglich, den errechneten, gesamten Düsenausstoß mit der Anzahl der verwendeten Düsen zu dividieren. Mit Hilfe von Tabellen oder Kalibrierscheiben (der Düsenhersteller) ist es dann möglich, Düsen auszuwählen, die bei passendem Druck die annähernd erwünschte Ausstoßmenge erbringen. Mit Hilfe von Messbechern (und klarem Wasser) kann der Düsenausstoß ermittelt werden. Dazu wird das Gebläse ausgeschaltet und das Wasser mit Hilfe eines Schlauches in den Messbecher geleitet. Der erforderliche Arbeitsdruck errechnet sich sodann mit der Druckkorrekturformel. (Es wird empfohlen, die Messung mit dem Becher zu wiederholen.)

Druckkorrekturformel:

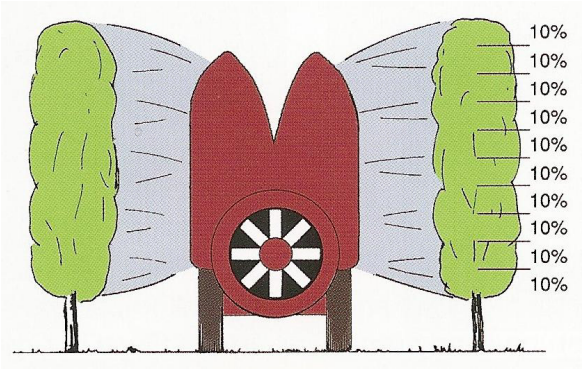
$$\text{Arbeitsdruck (bar)} = \text{Erwünschter Druck (bar)} \times \frac{(\text{Erwünschter Düsenausstoß [l/min]})^2}{(\text{Bekannter Düsenausstoß [l/min]})^2}$$

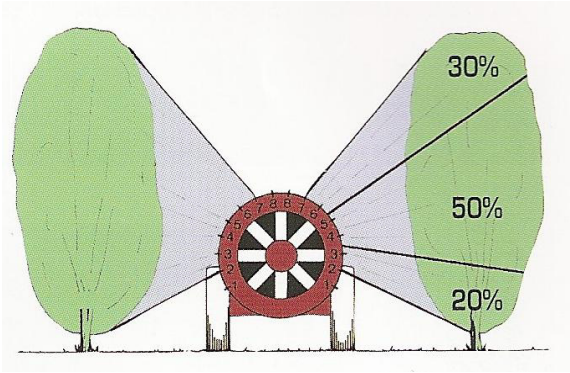
Bekannter Druck und bekannter Düsenausstoß gemäß von Tabellen oder Kalibrierscheiben der Düsenhersteller.

- Bei anderen Baumformen kann es erforderlich sein, dass aufgrund deren Erziehung der Düsenausstoß der Kronenform (Hohlkrone oder ähnliche Form) angepasst werden muss. (Beispielsweise kann es notwendig sein, dass in den oberen Bereich von Baumkronen 30 Prozent, in den mittleren Bereich 50 Prozent und in den unteren Bereich 20 Prozent der Spritzflüssigkeit hingelangen sollen). In solchen Fällen muss ein Pflanzenschutzgerät mit Düsen bestückt werden, die einen unterschiedlichen Ausstoß aufweisen.

Mit Hilfe von Tabellen oder Kalibrierscheiben (der Hersteller) gilt es, die passenden Kombinationen von Düsen auszuwählen. Die Summe der Ausstoßmengen der einzelnen Düsen soll annähernd der erwünschten Ausstoßmenge entsprechen. Der Arbeitsdruck muss sodann nach der oben erwähnten Druckkorrekturformel errechnet werden.

Abb.: Düseneinstellungen bei Raumkulturen, Quelle: Hardi GmbH
Links: Alle Düsen haben denselben Ausstoß, da es sich um ein Baumspalier handelt.
Rechts: Die Düsen müssen, der Baumform angepasst, einen unterschiedlichen Ausstoß haben.





5.7. Applikationsmethoden

Die Methode für die Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln wird weitgehend von der zu behandelnden Kultur bestimmt.

Im *Ackerbau* oder *Grünland* bedient man sich meist der Feldspritzgeräte, die im Prinzip die Brühentröpfchen über der zu behandelnden Zielfläche (Boden, Höhe des Kulturpflanzenbestandes) fallen lassen (Sedimentation). Da aber die Spritzflüssigkeit mit Druck durch die Düsen gepresst wird, kommt es gleichzeitig zu einer mehr oder weniger starken Durchdringung der Pflanzenbestände. Granulate werden wiederum mit Streugeräten breitwürfig oder in Bändern (Reihen) zu den Kulturpflanzen abgelegt.

Bei *Raumkulturen (Obst-, Wein- oder Hopfengärten)* wird die Spritzflüssigkeit in den meisten Fällen mittels Spritz- oder Sprühgeräten ausgebracht. Dabei werden die Tröpfchen der Spritzflüssigkeit unter Ausnützung des Luftstromes, der durch ein Gebläse erzeugt wird, zur Zielfläche transportiert.

In *Glashäusern* oder anderen geschlossenen Räumen kann man eine gleichmäßige Verteilung der Spritzflüssigkeit auf den Kulturpflanzen auch mit Vernebelungsgeräten erreichen.

In *Kleingärten* oder zur *Punktbehandlung* bedient man sich meistens kleiner tragbarer Pflanzenschutzgeräte.

Tabellen zum Ansetzen einer bestimmten Konzentration eines Pflanzenschutzmittels:

Liter Spritz-brühe	Konzentration in %								
	0,05	0,075	0,1	0,15	0,2	0,25	0,4	0,5	0,75
	Gramm Pflanzenschutzmittel								
5	2,5	3,75	5	7,5	10	12,5	20	25	37,5
10	5	7,5	10	15	20	25	40	50	75
50	25	37,5	50	75	100	125	200	250	375
100	50	75	100	150	200	250	400	500	750
200	100	150	200	300	400	500	800	1000	1500
300	150	225	300	450	600	750	1200	1500	2250
500	250	375	500	750	1000	1250	2000	2500	3750
800	400	600	800	1200	1600	2000	3200	4000	6000

5.7.1. Applikationsmethoden bei Flächenkulturen (Ackerland, Grünland)

5.7.1.1. Flächenbehandlung mit Spritzgeräten

Darunter versteht man die flächenmäßige Ausbringung eines Pflanzenschutzmittels in flüssiger Form über Feldern oder Grünlandflächen. Dabei werden die Düsen am Spritzbalken meist 50 cm über der Zielfläche (z.B. über dem Boden, Blattdach oder den Ähren) geführt.

Formel für die Berechnung des Pflanzenschutzmittelaufwandes beim Flächenspritzverfahren:

$$X = \frac{M \times V}{Q}$$

X = Menge des Pflanzenschutzmittels (kg oder Liter), das dem Spritzflüssigkeitsbehälter zugesetzt werden soll.
M = vorgeschriebener Mittelaufwand je Hektar (kg oder Liter/ha)
V = Volumen anzustrebender Behandlungsflüssigkeit (Liter) im Spritzflüssigkeitsbehälter
Q = Flüssigkeitsaufwand je Hektar (Liter/ha)

5.7.1.2. Reihenbehandlung (Bandspritzung)

Bei der Reihenbehandlung erfolgt die Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln (z.B. von Herbiziden) nicht ganzflächig, sondern nur über oder entlang der Kulturpflanzen. Hackfrüchte, Obst- oder Weinkulturen sind in Reihen ausgepflanzt. Die bei Hackfrüchten zwischen den Reihen verbleibenden unbehandelten Streifen werden meist mechanisch durch Hacken oder Striegeln unkrautfrei gehalten.

Vorteile: Einsparung an chemischen Pflanzenschutzmitteln (verminderter Bodeneintrag, herabgesetzte Gefahr einer Grundwasserkontamination, verringerte Nachbauschwierigkeiten beim Einsatz persistenter Herbizide). Durch das Behacken der unbehandelten Streifen wird der Boden gleichzeitig gelockert und belüftet.

Nachteile: Das Behacken der feuchten Böden ist nach Schlechtwetter wegen der Gefahr von Bodenverdichtungen nicht immer zeitgerecht möglich. Umgekehrt dürfen viele Unkräuter aus Gründen der Wirksamkeit der Herbizide nicht zu weit entwickelt sein. Weiters kann es durch das Behacken in steileren Lagen infolge der Bodenlockerung zu Erosionen bei starken Niederschlägen (vor allem in den Traktorspuren) kommen. Außerdem zeigt das Hacken keine Dauerwirkung, sodass die Unkräuter bald wieder nachwachsen können.

Formel für die Berechnung des Pflanzenschutzmittelaufwandes beim Reihenspritzverfahren:

$$X = \frac{M \times B \times V}{P \times R}$$

X = Menge des Pflanzenschutzmittels (kg oder Liter), das dem Brühebehälter zugesetzt werden soll
M = vorgeschriebene Flächendosierung (kg oder Liter/ha Ganzflächenbehandlung)
B = Breite des Spritzbandes (cm)
V = Volumen der anzusetzenden Behandlungsflüssigkeit im Behälter (Liter)
P = ausgebrachte Wassermenge (Liter) aufgrund einer Probespritzung im Bandverfahren je Hektar überfahrener Fläche
R = Reihenabstand (cm)

Bei der ***Unterblatt-Reihenspritzung*** handelt es sich um eine Sonderform der Reihenbehandlung. Mitunter werden Herbizide verwendet, die für die Kulturpflanzen schlecht verträglich sind. Um die Kulturpflanzen nicht zu benetzen, erfolgt die Spritzung mit speziellen Düsen und Abschirmvorrichtungen oder Blatthebern.

5.7.1.3. Punkt- und Nesterbehandlung

Diese Applikationstechnik ist dann sinnvoll, wenn gefährliche Unkräuter oder andere Schaderreger nur vereinzelt oder in Nestern in Kulturpflanzenbeständen (z.B. Wiesenampfer im Grünland) vorkommen. Die Ausbringung der Pflanzenschutzmittel erfolgt meist mit tragbaren Kleingeräten (Rückenspritzen, Abstreifgeräten usw.)

5.7.2. Applikationsmethoden bei Raumkulturen (Obst-, Wein-, Hopfenbau)

Ursprünglich erfolgte die Behandlung von Bäumen, Wein- oder Hopfenstöcken mit Schlauchspritzen (Spritzpistolen). Dabei wurden die einzelnen Pflanzen tropfnass angespritzt. Diese Methode wird heute praktisch nur mehr zur Behandlung einzelner Pflanzen angewandt. Danach erfolgte der chemische Pflanzenschutz im Obst-, Wein- oder Hopfenbau mit Gebläsespritzen. Heute wurde das Spritzen weitgehend vom Sprühen oder Feinsprühen abgelöst. Neuerdings wendet man sich in der Nähe von Oberflächengewässern wieder mehr dem Spritzen zu, um mit Hilfe von abdriftmindernden Geräten und Düsen die „Abstandsauflagen gegenüber Oberflächengewässern“ einhalten zu können.

Die Brühenmenge richtet sich nach der Größe der Pflanzen, ihrem phänologischen Entwicklungsstadium (Laubentwicklung) und der Anzahl Pflanzen je Flächeneinheit.

5.7.2.1. Anwendung der Pflanzenschutzmittel im Obstbau

Allgemein gilt beim Pflanzenschutz in Obstkulturen als Faustregel, dass pro Meter voll entwickelter Laubwand 400 bis 500 Liter Spritzflüssigkeit je Hektar gespritzt werden sollen. Das entspricht bei 2 m hohen Bäumen einem Spritzflüssigkeitsaufwand von 800 bis1000 l/ha. Beim Sprühen arbeitet man mit einer verringerten Wassermenge je Flächeneinheit. Gegenüber dem Spritzen (= normaler Spritzflüssigkeitsaufwand) beträgt die Wassermenge beim Sprühen etwa 1 Drittel, beim Feinsprühen etwa 1 Fünftel. Der Pflanzenschutzmittelaufwand je Flächeneinheit darf aber gegenüber dem Spritzen nicht verringert werden! Das bedeutet, dass beim Sprühen oder Feinsprühen mit höher konzentrierten Spritzflüssigkeiten gearbeitet werden muss.

Die Fahrgeschwindigkeit soll 4 bis 6 km/h nicht überschreiten. Die Luftmenge und Luftgeschwindigkeit hängen von der Drehzahl des Gebläseflügels oder der Turbine ab. Man sollte nur so viel Luft verblasen, als notwendig ist, um die Brühentröpfchen in die Baumkronen zu verteilen. Beim (Fein-) Sprühen sollte möglichst Windstille herrschen. In keinem Fall soll bei Windgeschwindigkeiten ab 3 m/sec (= 10 bis 12 km/h, Blätter bewegen sich) mehr gearbeitet werden.

Um eine Abdrift der Tröpfchen zu verhindern, ist es möglich, in Obstgärten mit Baumhöhen bis zu 3 m und in einem nicht zu steilen Gelände mit Geräten mit Querstromgebläsen oder mit Recycling-Tunnelgeräten zu arbeiten. Letztere sind aber in Obst- oder Weingärten mit Hagelschutznetzen nur erschwert oder gar nicht einsetzbar.

5.7.2.2. Anwendung der Pflanzenschutzmittel im Weinbau

Die Vorschriften für die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln im Weinbau sind in Österreich und Deutschland unterschiedlich. Dies ist zu beachten, da in Österreich zugelassene Pflanzenschutzmittel nach den österreichischen, die in Deutschland zugelassenen nach den deutschen Anwendungsbestimmungen verwendet werden müssen. Eine Ausnahme gibt es für idente Mittel, wenn sie sowohl in Österreich, als auch in Deutschland zugelassen sind.

Berechnung des Flächenaufwands in Österreich

Werden Aufwandmengen für Pflanzenschutzmittel in Österreich in Prozenten angegeben, gilt in der Regel eine Spritzflüssigkeitsmenge von 1000 l/ha. Das heißt, eine Konzentration von 0,2 % entspricht 2 kg/ha. Bei neu zugelassenen Pflanzenschutzmitteln werden in einer Tabelle die Hektaraufwandmengen je nach dem Entwicklungszustand der Weinreben angegeben. Siehe nachfolgendes Beispiel.

Beispiel: Zulassung von „Equation Pro“, Pfl-Reg.Nr. 2738, in Österreich. Festgelegte Aufwandmengen in Abhängigkeit vom Entwicklungsstadium der Weinreben.	
BBCH-Entwicklungsstadien	Aufwandmenge in kg/ha
Bis Stadium 61 (Austrieb bis Beginn der Blüte)	0,12 – 0,32
bis Stadium 71 (bis Fruchtansatz)	0,2 – 0,4
ab Stadium 71 (ab Fruchtansatz)	0,32 – 0,4

Die Aufwandmengen je Hektar werden mit den für das jeweilige Applikationsverfahren (Spritzen, Sprühen usw.) vorgesehenen Spritzflüssigkeitsmengen ausgebracht. Bei der Verwendung von Recyclinggeräten verringert sich der Hektaraufwand durch die Zurückgewinnung der überschüssigen Spritzflüssigkeit.

Die Aufwandmenge bezieht sich auf die in Österreich verbreitete Weitraumerziehung mit Reihenabständen von 2,5 bis 3 m Reihenentfernung. Bei engeren Reihenabständen (2 bis 2,5 m) vergrößert sich die zu behandelnde Laubwandfläche je Hektar. Der Hektaraufwand an Spritzflüssigkeit ist diesem Umstand anzupassen.

Flächenaufwand in Deutschland

In Deutschland erfolgt die Zulassung eines Pflanzenschutzmittels im Weinbau mit der Angabe einer Basisaufwandmenge (kg oder l/ha). Die Aufwandmenge entspricht einer Behandlungsmaßnahme zum Austrieb der Rebe. Durch Multiplikationsfaktoren (1 bis 4) werden die Aufwandmengen je Hektar für das Pflanzenschutzmittel und für die Spritzflüssigkeit während der Vegetationszeit der jeweiligen Triebentwicklung angepasst. Siehe nachfolgende Tabelle:

Beispiel: Zulassung von „Flint“, Zulassungs-Nr. 4657-00, in Deutschland. Festgelegte Aufwandmengen für das Pflanzenschutzmittel „Flint“ und für die Spritzflüssigkeit je Hektar in Abhängigkeit vom Entwicklungsstadium der Weinreben				
Entwicklungs-stadien der Weinreben	ab Austrieb BBCH 00	ab Beginn der Blüte BBCH 61	ab Fruchtansatz BBCH 71	ab Beeren erbsengroß BBCH 75
Multiplikationsfaktor	1x (Basisaufwand)	2x	3x	4x
„Flint“	0,06 kg/ha	0,12 kg/ha	0,18 kg/ha	0,24 kg/ha
Spritzflüssigkeit	max. 400 l/ha	max. 800 l/ha	max. 1200 l/ha	max. 1600 l/ha

5.8. Ausstattungs- und Funktionsanforderungen an Pflanzenschutzgeräte

Von Seiten des Pflanzenschutzgeräteausschusses der „Österreichischen Arbeitsgemeinschaft für integrierten Pflanzenschutz“ wurden im Jahre 2005 neue Richtlinien für die Ausstattung und Funktion von Pflanzenschutzgeräten (Feldspritzen samt Bandspritzeinrichtungen, Gebläsespritzen und Streugeräte) festgelegt und können in der Broschüre **„Umweltgerechter Pflanzenschutz nur mit funktionierenden Geräten“ (Ausgabe 2005)** bzw. im Internet nachgelesen werden.

5.9. Wartung und Kontrolle der Pflanzenschutzgeräte

Von Pflanzenschutzgeräten wird verlangt, dass sie präzise arbeiten. Umgekehrt unterliegen Pflanzenschutzgeräte während ihres Gebrauches einem hohen Verschleiß. Zum Verschleiß kann es beispielsweise durch die Trägerstoffe bei staubförmigen Pflanzenschutzmittelformulierungen oder durch Korrosion (chemische Reaktionen) bei anorganischen Pflanzenschutzmitteln oder Flüssigdüngern (Blattdünger, AHL-Lösung) kommen. Organische Lösungsmittel können wiederum Kunststoffteile (Schläuche, Dichtungen usw.) angreifen. Durch den Verschleiß besonders gefährdet sind die Düsen, wobei die Praxis zeigt, dass Keramikdüsen eine etwa 15-fache, rostfreie Stahl- und hochwertige Kunststoffdüsen eine 3- bis 4-fach längere Lebensdauer aufweisen, als Messingdüsen. Um die Funktionstüchtigkeit eines Pflanzenschutzgerätes möglichst lange zu erhalten, ist es notwendig, nach dem Gebrauch eine gründliche Reinigung durchzuführen.

Reinigung von Pflanzenschutzgeräten

Um bei nachfolgenden Pflegemaßnahmen (Spritzungen) andere Kulturpflanzen nicht zu gefährden, soll die Reinigung der Pflanzenschutzgeräte (besonders die Filter, Schläuche und Düsen) unmittelbar nach der jeweils getanen Pflanzenschutzarbeit erfolgen, bevor noch Brühenreste antrocknen können. Dies geschieht im Normalfall am besten mit reichlich Wasser, dem man Aktivkohle zusetzt. Besonders sorgfältig muss die Reinigung des Gerätes nach der Verwendung von Wuchsstoffmitteln, Triketonen und Sulfonylharnstoff-Herbiziden durchgeführt werden. Denn bei diesen handelt es sich um hochaktive herbizide Substanzen, die schon bei sehr geringen Mengen (Verunreinigungen) Schäden bei anderen Kulturpflanzen verursachen können. Firmenempfehlungen beachten!

Einwintern von Pflanzenschutzgeräten

Vor dem Einwintern ist es wichtig, dass die Pflanzenschutzgeräte nach einer sorgfältigen Reinigung „entwässert“ werden, um sie vor einem Auffrieren zu schützen. Dies gilt insbesondere für die Pumpen, Manometer und alle Wasser führenden Leitungen.

Pflanzenschutzgerätekontrolle

Darüber hinaus sollen Pflanzenschutzgeräte nach 80 bis 100 Hektar Spritzarbeit oder zumindest in periodischen Abständen von 2 bis 3 Jahren einer gründlichen Kontrolle bei einer Fachwerkstätte unterzogen werden. Es ist zu erwarten, dass die regelmäßige Kontrolle der Pflanzenschutzgeräte gesetzlich vorgeschrieben wird.

Dabei wird beim *Dositestgerät* (z.B. Rillenprüfstand bei Feldspritzgeräten oder Lamellenprüfstand bei Gebläsespritzen für Raumkulturen) die Querverteilung, mit dem *Manotestgerät* die Arbeitsdruckanzeige und mit dem *Quantitestgerät* (Durchflussmengenmessgerät) die Pumpenfördermenge und der Gesamtdüsenausstoß überprüft. Beim *Einzeldüsenprüfstand* kann noch die Funktionstüchtigkeit jeder einzelnen Düse kontrolliert werden.

6. Anwenderschutz

Gleichgültig, ob es sich um sehr giftige, giftige, mindergiftige oder ungiftige, ätzende oder nicht ätzende Stoffe handelt, bei der Pflanzenschutzarbeit (Anrüsten, Ausbringen und Abschlussarbeiten) muss stets mit größtmöglicher Sorgfalt und Umsicht vorgegangen werden. Vergiftungen oder Verätzungen durch Pflanzenschutzmittel sind sowohl durch Einatmen, Verschlucken oder Hautkontakt möglich. Daher müssen nachfolgende vorbeugende Maßnahmen eingehalten werden. Genaue Hinweise zum Anwenderschutz erteilt auch die Sozialversicherungsanstalt der Bauern.

6.1. Schutzkleidung

Stets Schutzkleidung tragen! *Schutzanzüge* sollen aus einem für schädliche Substanzen undurchlässigen, jedoch atmungsaktiven Stoff bestehen. Hosenbeine sind über den Schäften von *Gummistiefeln* zu tragen, damit Flüssigkeiten außen abrinnen können. Neben den Gummistiefeln müssen *Handschuhe* aus einem gegenüber Chemikalien beständigen Material (Neopren, Butylkautschuk usw.) unter den Ärmeln der Schutzanzüge getragen werden.

Den *Kopf* schützt man am besten mit der *Kapuze* des Schutzanzuges, die Augen durch das Tragen einer gasdichten *Schutzbrille*, die mit einer beschlagsfreien Scheibe ausgestattet sein soll. Noch besser ist das Überstülpen von *Schutzhauben* mit Filtern.

Der *Atemschutz* richtet sich nach der Art der Pflanzenschutzarbeiten:

Kommt es zu einer Staubentwicklung (z.B. beim Hantieren mit Spritzpulvern), ist eine partikelfiltrierende *Halbmaske (Feinstaubmaske)* der Schutzstufe P2 oder P3 ausreichend. Bei allen anderen Arbeiten mit chemischen Pflanzenschutzmitteln sollten unbedingt *Halbmasken* mit Wechselfiltern oder Einwegmasken getragen werden. Sie müssen mit Filtern gegen organische Gase und Dämpfe (A2 - Kennfarbe braun) und Feinstaubfiltern (P2 oder P3) ausgestattet sein.

Beim Ausbringen von Pflanzenschutzmitteln mit Heiß- oder Kaltverneblern in Glashäusern wird das Tragen einer *Vollmaske* mit den oben genannten Filterkombination A2 + P2 oder P3 empfohlen. Die Gasfilter (A2) bzw. die gesamte Einwegmaske müssen gewechselt werden, sobald Schadstoffe durch Geruch oder Geschmack bemerkbar werden. Masken und Filter sind in frischen, sauberen Plastiksäckchen oder Behältern aufzubewahren.

Vor allem beim (Fein-)Sprühen von Pflanzenschutzmitteln (z.B. im Obst-, Wein- oder Hopfenbau) wird angeraten, mit Traktoren mit *geschlossenen Überdruckkabinen*, die mit *Aktivkohlefiltern* im Ansaugbereich ausgestattet sind, zu arbeiten. Zu beachten ist allerdings, dass Aktivkohlefilter nur begrenzt funktionsfähig sind und daher rechtzeitig ausgetauscht werden müssen. Außerdem soll sich in der Traktorkabine eine *Fernbedienungsarmatur* befinden.

Dass nach getaner Arbeit der Körper durch Duschen ordentlich gereinigt werden soll, ist wohl selbstverständlich. Zuvor ist noch die Schutzkleidung zu reinigen (waschen).

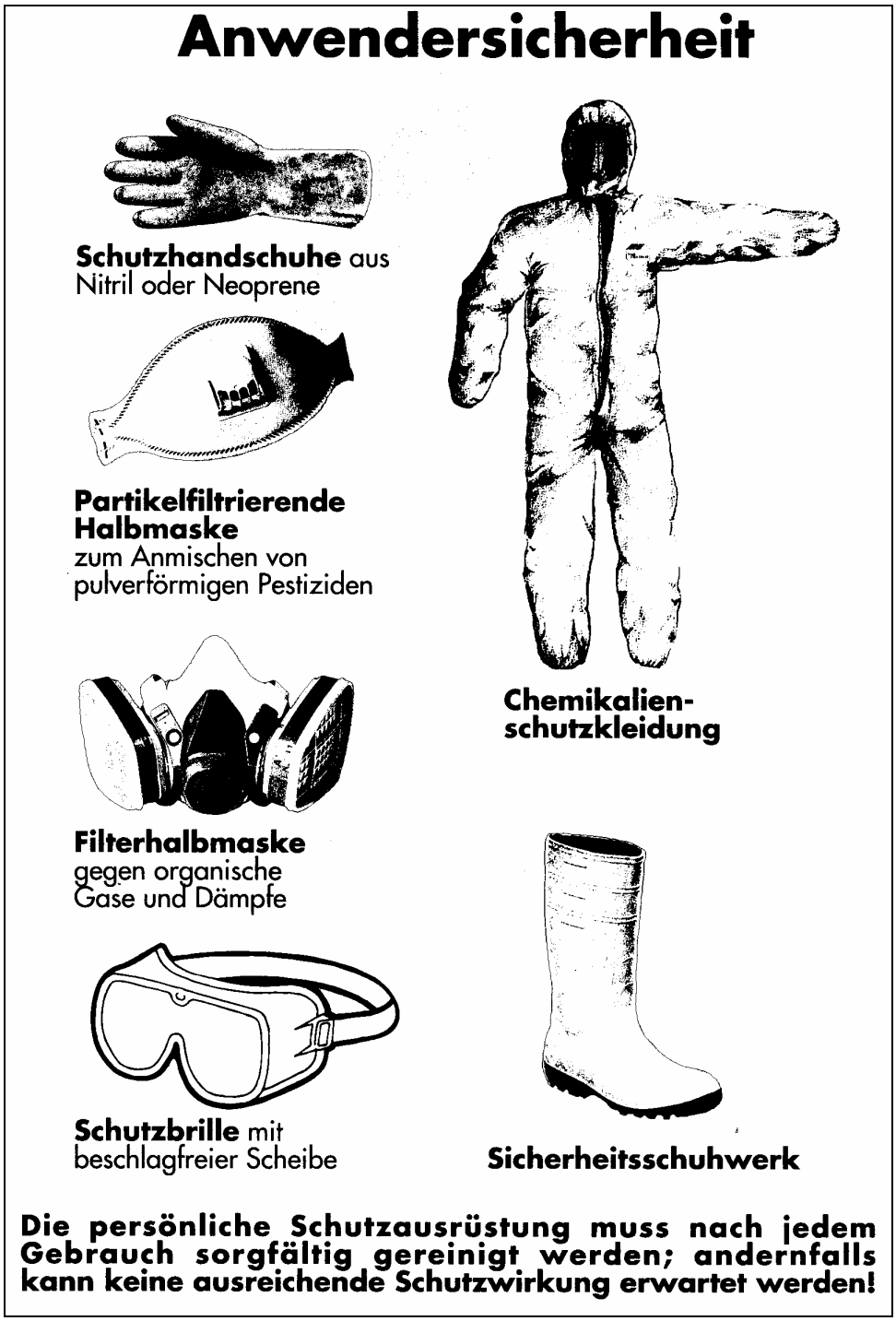


Abbildung: Schutzkleidung Quelle: Sozialvericherungsanstalt der Bauern

6.2. Vorsichtsmaßnahmen während der Pflanzenschutzarbeit

a) Beim Anrüsten und Herstellen der Spritzbrühe:
Besondere Vorsicht ist beim Umgang mit Spritzpulvern wegen der Staubentwicklung gegeben! Flüssige oder granulatförmige Pflanzenschutzmittel können günstiger beurteilt werden. Eigene Einspül- oder Zumischeinrichtungen für die Mittel an den Pflanzenschutzgeräten wären wünschenswert.

Die Spritzbrühen sind möglichst im Freien, jedoch keinesfalls in bewohnten Räumen, Stallungen oder Lagerräumen für Lebens- oder Futtermittel anzusetzen! Ein Verschütten von Präparaten beim Einfüllen ist zu vermeiden! Während der gesamten Pflanzenschutzarbeit nicht essen, trinken, Kaugummi kauen oder rauchen! Vor, während und unmittelbar nach der Arbeit keinen Alkohol trinken!

b) Beim Ausbringen:
Nur mit funktionstüchtigen, mit dem „Gütezeichen“ der Österreichischen Arbeitsgemeinschaft für integrierten Pflanzenschutz gekennzeichneten Pflanzenschutzgeräten arbeiten!

Abbildung: Das Gütezeichen der Österreichischen Arbeitsgemeinschaft für integrierten Pflanzenschutz

Die Windrichtung ist sowohl wegen des Anwenderschutzes, als auch wegen der Gefahr einer Abdrift auf benachbarte Grundstücke zu beachten!
Verstopfte Düsen nie mit dem Mund ausblasen!
Bei Axial-Sprühgeräten soll der Luftaustritt schräg nach hinten gerichtet sein!
Die Beizung von Samen soll in geschlossenen Systemen erfolgen!

Nach getaner Pflanzenschutzarbeit:
Alle Teile der Pflanzenschutzgeräte, die Spritzflüssigkeit führen, sind nach Abschluss der Arbeiten durchzuspülen und zu entleeren. Eventuell vorhandene Restmengen sind im Verhältnis von 1:10 zu verdünnen und auf dem behandelten Feld, Obstgarten usw. zu verspritzen. Sie dürfen keineswegs einfach (in die Kanalisation) ausrinnen gelassen werden!
Angebrauchte Verpackungen sorgfältig aufbewahren! Lagerungsvorschriften beachten!
Leere Pflanzenschutzmittelbehälter sind zu vernichten (unbrauchbar zu machen)! Sie dürfen nicht wieder verwendet werden!

6.3. Verhalten bei Vergiftungsfällen

Aufgrund des Chemikaliengesetzes muss jeder Bewerber um eine Giftbezugslizenz für sehr giftige oder giftige Pflanzenschutzmittel Kenntnisse über die „Erste Hilfe im Vergiftungsfalle“ nachweisen.

V e r g i f t u n g s s y m p t o m e

Je nach Wirkstoff kann es zu unterschiedlichen Vergiftungssymptomen kommen:

Vergiftungen durch Pflanzenschutzmittel erkennt man an heftigen Kopfschmerzen, Atem- und Kreislaufstörungen, Atemstillstand, Übelkeit, Erbrechen, Durchfall, Hautveränderungen (Blässe, Rötungen, Blaufärbungen), Bewusstseinsstörungen, Bewusstlosigkeit, Erregungs- und Rauschzuständen, Pupillenveränderungen („starrer Blick“) usw. während und nach den Pflanzenschutzarbeiten.

M a ß n a h m e n

Vergiftete Personen sofort aus dem Gefahrenbereich bringen! Pflanzenschutzarbeiten sofort beenden! Absolute Ruhe und Stilllagerung für den Vergifteten.

- **Arzt verständigen!**
- **Giftige Substanzen samt Etiketten zur Identifizierung des Giftes sicherstellen!**
- **Eventuell Auskünfte bei der Vergiftungszentrale, ☎ 01 4064343, einholen!**
  (1. Medizinische Universitätsklinik, Spitalgasse 23, 1090 Wien)
- **Bei Vergifteten ohne Bewusstsein ist mit lebensrettenden Sofortmaßnahmen zu beginnen:**
  Ist kein Bewusstsein, jedoch Atmung und Kreislauf vorhanden: *Stabile Seitenlage*
  Ist keine Atmung vorhanden, aber Kreislauf intakt: *Atemspende*
  Ist keine Atmung, kein Kreislauf feststellbar: *Atemspende und Herzmassage*

G i f t e n t f e r n u n g

Erbrechen nur dann provozieren, wenn das Bewusstsein vorhanden ist!
Niemals Alkohol, Milch oder Rizinusöl einflößen!
Gifte von der Haut durch Abwaschen mit Wasser entfernen!

6.4. Lagerungshinweise und -vorschriften für Pflanzenschutzmittel

Für „sehr giftige“ und „giftige“ Pflanzenschutzmittel wurden in der Giftverordnung, BGBl. II Nr. 24/2001, spezielle Vorschriften erlassen. Demnach dürfen Gifte nur in ausschließlich hierfür bestimmten, versperrbaren Räumen gelagert werden, die für Unbefugte, insbesondere für Kinder, unzugänglich sind. Keinesfalls dürfen Pflanzenschutzmittel in Räumen gemeinsam mit Arzneimittel, Lebensmittel, Futtermittel oder andere zum Verzehr durch Menschen oder Tiere bestimmte Waren vorrätig gehalten werden. Die Eingangstür ist mit dem Warnzeichen „Warnung vor giftigen Stoffen“ laut Kennzeichnungsverordnung, BGBl. II Nr. 101/1997, zu versehen.

Abbildung: Warnzeichen „Warnung vor giftigen Stoffen“ zur Kennzeichnung von Räumen oder Metallsicherheitsschränken, in denen Gifte aufbewahrt werden mit Totenkopfsymbol und Telefonnummer der Vergiftungsinformationszentrale.

In Räumen, in denen sich andere Waren befinden, müssen Gifte jedenfalls in versperrbaren, für Unbefugte unzugänglichen Metallsicherheitsschränken, die mit dem Warnzeichen „Warnung vor giftigen Stoffen“ gekennzeichnet sind, aufbewahrt werden.

Nicht verbrauchte Restmengen von Pflanzenschutzmitteln oder Spritzflüssigkeiten müssen bis zur endgültigen Verwendung in dichten Behältnissen gelagert werden. Diese Behältnisse sind so zu kennzeichnen, dass Verwechslungen mit Arznei-, Lebens- und Futtermitteln oder anderen Waren des täglichen Gebrauches ausgeschlossen sind. Beipacktexte müssen gemeinsam mit diesen Behältnissen aufbewahrt werden.

„Gifte“ sind auf den Verpackungen am Totenkopfsymbol erkennbar. Die eben aufgezählten gesetzlichen Vorschriften sollten aber von den Land- und Forstwirten nicht nur für „sehr giftige“ oder „giftige“, sondern grundsätzlich für alle Pflanzenschutzmittel eingehalten werden, um Unfällen vorzubeugen! Zum Teil wird dies in den landwirtschaftlichen Chemikaliengesetzen mancher Bundesländer auch ausdrücklich verlangt.

P r a k t i s c h e H i n w e i s e

Neben diesen gesetzlichen Vorschriften sollten die Land- und Forstwirte noch folgende praktische Hinweise beachten:

Pflanzenschutzmittel sollten stets frostsicher, jedoch an einem kühlen und trockenen Ort, aufbewahrt werden!

Die Vorräte an Pflanzenschutzmitteln sollten jährlich wenigstens einmal durchgesichtet werden. Angebrochene Gebinde zuerst aufbrauchen! Alte Flaschen im Regal nach vorne rücken, damit sie nicht zu Ladenhütern werden! Ablaufdaten beachten!

Für das Herstellen der Spritzflüssigkeiten wären fünf Gerätegarnituren (Gefäße, Messbecher, Löffel usw.) wünschenswert:

a) Für Sulfonylharnstoff-Herbizide
b) Für Triketone
c) für Wuchsstoffherbizide
d) für die übrigen Herbizide
e) für Phytohormone und Wachstumsregulatoren sowie
f) für die übrigen Pflanzenschutzmittel (Insektizide, Akarizide, Fungizide usw.)

7. Gesetzliche Bestimmungen für den Pflanzenschutz (Stand 1. Mai 2008)

Gesellschaftliche Veränderungen und neue naturwissenschaftliche Erkenntnisse haben zur Folge, dass immer wieder neue Gesetze beschlossen oder bereits bestehende Gesetze novelliert werden. Jeder Anwender von Pflanzenschutzmitteln hat sich daher stets über den jüngsten Stand der Gesetzgebung zu informieren. Nachfolgend seien die wichtigsten gesetzlichen Bestimmungen für den Pflanzenschutz in Österreich, Stand 1. Mai 2008, zusammengestellt. Der aktuelle Stand kann im Internet unter ***www.ris.bka.gv.at*** *nachgelesen werden.*

Ein unsachgemäßer Einsatz chemischer Pflanzenschutzmittel kann für die Gesundheit der Menschen und ihrer Umwelt negative Folgen haben. Darauf wurde in diesem Handbuch wiederholt hingewiesen. Aus diesem Grunde haben die gesetzgebenden Körperschaften (Nationalrat, Landtage) in Österreich verschiedene Bundes- und Landesgesetze erlassen, die im Zusammenhang mit dem Pflanzenschutz stehen.

Heute ist man bemüht, die gesetzlichen Bestimmungen innerhalb der Europäischen Union (EU) zu harmonisieren, damit unter den Mitgliedstaaten einheitliche Wettbewerbsbedingungen herrschen.

7.1. Gesetze zum Schutze der Kulturpflanzen

7.1.1. Pflanzenschutzgrundsatzgesetzgesetz, BGBl. I Nr. 140/1999

Dieses Bundesgesetz stellt ein Grundgesetz dar, das alle Bundesländer auffordert, ***Landespflanzenschutzgesetze*** zum Schutze landwirtschaftlicher Kulturpflanzen vor Krankheiten und Schädlingen, ausgenommen jagdbaren Tieren, zu erlassen. Forstrechtlich genutzte Flächen (Wälder) sind nur dann von diesem Gesetz betroffen, wenn von diesen eine Gefahr für unmittelbar angrenzende landwirtschaftliche oder gärtnerische Kulturen ausgeht.

Das Gesetz verpflichtet alle Eigentümer und sonstigen Verfügungsberechtigten von Grundstücken, Baulichkeiten und Transportmitteln Pflanzenschutz zu betreiben.

Im Rahmen der ***Landespflanzenschutzgesetze*** können die Länder eigene Verordnungen gegen bestimmte, besonders gefährliche Krankheiten (z.B. Feuerbrand) oder Schädlinge (z.B. Maiswurzelbohrer) erlassen.

7.1.2. Forstgesetz, BGBl. Nr. 440/1975

Der Schutz von Wäldern vor Krankheiten und Schädlingen erfolgt durch das Forstgesetz 1975 des Bundes. Es gibt keine landesgesetzlichen Regelungen.

7.1.3. Pflanzenschutzgesetz 1995, BGBl. Nr. 532/1995

Dieses Bundesgesetz stellt die Umsetzung der ***Richtlinie 77/93/EWG des Rates über Maßnahmen zum Schutz der Gemeinschaft gegen das Verbringen von Schadorganismen der Pflanzen und Pflanzenerzeugnisse*** in österreichisches Recht dar und regelt den Verkehr von Pflanzen(teilen) mit dem Ausland. Es handelt sich somit um ein „phytosanitäres Gesetz“. Pflanzensendungen aus oder nach Drittländern der Europäischen Union (EU) müssen auf ihren Gesundheitszustand überprüft und mit einem *phytosanitären Zertifikat* versehen sein. Innerhalb der EU müssen Pflanzensendungen von einem *Pflanzenpass* begleitet sein. Die Vergabe des Pflanzenpasses beruht auf regelmäßigen Kontrollen von Betrieben (Pflanzen- und Saatgutvermehrungsbetrieben, Baumschulen usw.), die Pflanzen „verbringen“ (weitergeben). Außerdem regelt das Gesetz die Einrichtung von *Schutzgebieten* (Schutz von Gebieten vor der Ansiedlung gefährlicher Krankheiten und Schädlinge). Die praktische Umsetzung des Gesetzes erfolgte mit der ***Pflanzenschutz-Verordnung,*** *BGBl. Nr. 253/1996*, die inzwischen wiederholt geändert worden ist.

Daneben wurden zur Regelung des Verkehrs mit Pflanzen(teilen) innerhalb Österreichs ***Landesgesetze*** erlassen.

7.1.4. Pflanzenschutzmittelgesetz 1997, BGBl. Nr. 60/1997

Ziel dieses Bundesgesetzes ist es, die Zulassung und das Inverkehrbringen von chemischen Pflanzenschutzmitteln zu regeln. Auch andere Pflanzenbehandlungsmittel (z.B. Wachtumsregulatoren), außer Nährstoffen (Düngern), gelten als Pflanzenschutzmittel. Durch dieses Gesetz wurde die ***Richtlinie 91/414/EWG über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln*** in österreichisches Recht umgesetzt. Die Zulassung von Pflanzenschutzmitteln ist eine nationale Angelegenheit jedes einzelnen Mitgliedstaates der Europäischen Union (EU). In der Richtlinie werden aber seitens der EU Vorgaben gemacht, so dass die nationalen Gesetze der Mitgliedstaaten nicht allzu weit voneinander abweichen können. Auf diese Weise versucht die EU, Handelshemmnissen zwischen den Mitgliedstaaten, die sich durch unterschiedliche Zulassungen von Pflanzenschutzmitteln ergeben können, entgegenzuwirken. Gleichzeitig ist die EU bestrebt, eine einheitliche Wirkstoffliste (Anhang I zur Richtlinie) zu erstellen, aufgrund der die amtliche Zulassung von Pflanzenschutzmitteln in den Mitgliedstaaten vereinfacht werden soll. (Zurzeit wird in der Europäischen Kommission an einer neuen, der heutigen Zeit angepassten Richtlinie gearbeitet. Es muss daher mit einer Novellierung des Pflanzenschutzmittelgesetzes in den kommenden Jahren gerechnet werden.)

Die Zulassung eines Pflanzenschutzmittels ist von demjenigen zu beantragen, der es erstmals in Österreich in Verkehr bringt (z.B. von einer chemischen Firma). Eine besondere Regelung gilt für Kulturen mit einem „geringfügigen“ Anbau (engl.: *minor crops*), wie Gemüse, Beerenobst, Hopfen, Gewürz- und Heilkräuter oder für gelegentliche Pflanzenschutzmittelanwendungen (engl.: *minor use*), da für diese die chemischen Firmen aus wirtschaftlichen Überlegungen oft nicht bemüht sind, Zulassungen anstreben. In diesen Fällen besteht die Möglichkeit, dass auch landwirtschaftliche Berufsverbände Zulassungsanträge stellen können, wenn ein öffentliches Interesse für die Schließung von Indikationslücken vorliegt.

Das Pflanzenschutzmittelgesetz regelt weiters das Verbringen identer Pflanzenschutzmittel („Parallelimporte“) aus einem anderen Mitgliedstaat des Europäischen Wirtschaftsraumes (EWR) nach Österreich.

Wenn „Gefahr im Verzug ist“, weil ein gefährlicher Schadorganismus mit herkömmlichen Möglichkeiten oder Methoden nicht bekämpft werden kann, können auf Antrag besondere Regelungen für die Zulassung von Pflanzenschutzmitteln in Kraft treten.

Aufgrund einer Änderung der ***Gleichstellungsverordnungen***, BGBl. II Nr. 109/1998 und BGBl. II Nr. 52/2002, gelten die in ***Deutschland*** und in den ***Niederlanden*** zugelassenen Pflanzenschutzmittel auch in Österreich als zugelassen. Diese Mittel dürfen daher in Österreich nach den in Deutschland bzw. in den Niederlanden geltenden Anwendungsbestimmungen verwendet werden. Ist ein in Deutschland oder in den Niederlanden zugelassenes Pflanzenschutzmittel mit einem in Österreich zugelassenen ident, kann dieses auch nach den in Österreich geltenden Anwendungsbestimmungen verwendet werden. Umgekehrt kann ein identes, in Österreich zugelassenes Pflanzenschutzmittel auch nach den deutschen oder niederländischen Bestimmungen verwendet werden. (Allerdings gilt die Gleichstellungsverordnung mit Deutschland nur für Pflanzenschutzmittel, die nach den §§ 18 und 18a, jedoch nicht nach dem § 18b, des deutschen „Gesetzes zum Schutze der Kulturpflanzen“ zugelassen und genehmigt sind.)

Seitens der Europäischen Union wurden die für den **ökologischen Landbau** geeigneten Pflanzenschutzmittel in der ***Verordnung (EG) Nr. 2092/91 der Kommission*** veröffentlicht.

Die in Österreich, Deutschland und in den Niederlanden zugelassenen Pflanzenschutzmittel können im Internet in folgender Webside nachgelesen werden:		
Österreich:	www.ages.at	Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungs-sicherheit (AGES) GmbH, Wien
Deutschland:	www.bvl.bund.de	Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittel-sicherheit (BVL), Bonn
Niederlande:	www.ctb-wageningen.nl	College voor de toelating von gewasbescherming-middeln en biociden, Wageningen

7.2. Düngemittelgesetz 1994, BGBl. Nr. 513/1994

Mangelkrankheiten bei Pflanzen können durch Düngemaßnahmen behoben werden. Das Inverkehrbringen von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen (z.B. Torf, Gesteinsmehlen usw.), Kultursubstraten (z.B. Pflanzenerde) und Pflanzenhilfsmitteln (z.B. Bakterien, Bewurzelungspräparaten usw.) wird durch das Düngemittelgesetz des Bundes geregelt. Von diesen gesetzlichen Regelungen ausgenommen sind unbearbeitete Wirtschaftsdünger, Klärschlamm und Müllkompost, für die es in verschiedenen Bundesländern eigene gesetzliche Regelungen gibt.

Aufgrund der ***Düngemittelverordnung 2004***, BGBl. II Nr. 100/2004, zählen Produkte, die in Deutschland als Pflanzenstärkungsmittel in Verkehr gebracht werden, zu den Pflanzenhilfsmitteln in Österreich.

7.3. Gesetze, die Vermehrung und Züchtung von Pflanzen betreffend

7.3.1. Saatgutgesetz 1997, BGBl. I Nr. 72/1997

Das Saatgutgesetz des Bundes regelt die Produktion eines einwandfrei beschaffenen und gesunden Saatgutes (Sämereien) für landwirtschaftliche und gärtnerische Betriebe. Werden die im Gesetz vorgeschriebenen phytosanitären Bestimmungen nicht eingehalten, erfolgt eine Aberkennung der Ernte als zertifiziertes Saatgut.

In einer Verordnung sind die Voraussetzungen für das Inverkehrbringen von chemisch behandeltem Saatgut geregelt.

Handelt es sich um gentechnisch verändertes Saatgut, müssen relevante Angaben und Unterlagen über den genetisch veränderten Organismus bekannt sein.

7.3.2. Pflanzgutgesetz 1997, BGBl. Nr. 73/1997

Das Pflanzgutgesetz des Bundes stellt die Umsetzung der
Richtlinie 91/682/EWG des Rates über das Inverkehrbringen von Vermehrungsmaterial und Pflanzen von Zierpflanzenarten, der
Richtlinie 92/33/EWG des Rates über das Inverkehrbringen von Gemüsepflanzen und Gemüsevermehrungsmaterial mit Ausnahme von Saatgut und der
Richtlinie 92/34/EWG des Rates über das Inverkehrbringen von Vermehrungsmaterial und Pflanzen von Obstarten zur Fruchterzeugung
in das österreichische Recht dar. Auf diese Weise wird verhindert, dass innerhalb der Europäischen Union unterschiedliche Normen beim Inverkehrbringen von Vermehrungsmaterialien bei Gemüse, Obst- und Zierpflanzenarten bestehen. Pflanzgut muss frei von qualitätsmindernden Krankheiten und Schädlingen sein. Entsprechende Rechtsvorschriften werden noch durch Verordnungen festgelegt. Für Pflanzgut (Vermehrungsmaterial) von Obstarten gilt eine Einstufung in *virusfreies (vf)*, *virusgetestetes (vt)* oder *CAC (Conformitas Agraria Communitatis)-Material*.

7.3.3. Rebenverkehrsgesetz, BGBl. Nr. 418/1996

Dieses Bundesgesetz regelt die Heranzucht gesunder vegetativ vermehrter Weinreben. Basisvermehrungsgut und zertifiziertes Vermehrungsgut müssen phytopathologische Prüfungen (Virustestungen) durchlaufen haben.

7.3.4. Gentechnikgesetz, BGBl. Nr. 510/1994

Ziel dieses Bundesgesetzes ist es, die Gesundheit des Menschen und die Umwelt vor schädlichen Auswirkungen durch genetisch veränderte Organismen zu schützen. Solche Organismen können auch Pflanzen sein, die durch gentechnische Veränderungen gegen schädliche Insekten, Viren, Bakterien oder Pilze sowie gegen bestimmte Herbizide resistent gemacht worden sind. Ein Freisetzen und Inverkehrbringen gentechnisch veränderter Pflanzen bedarf einer Genehmigung durch die Behörde.

Um ein Aussäen oder Auspflanzen gentechnisch veränderter Pflanzen zu verhindern, wurden seitens der österreichischen Bundesländer eigene **Gentechnikvorsorgegesetze** beschlossen.

Die Kennzeichnung von Lebensmitteln, die gentechnisch veränderte Organismen sind oder aus solchen erzeugt worden sind, wird nach der ***Novel-Food-Verordnung*** der Europäischen Union (Jahr 1997) geregelt.

7.4. Gesetze, die Pflanzenschutzmittelrückstände betreffen

7.4.1. Lebensmittelsicherheits- und Verbraucherschutzgesetz, BGBl. I Nr. 13/2006

Diesem Bundesgesetz liegt die Verordnung der Europäischen Gemeinschaft (EG) Nr. 178/2002 zugrunde. Das Gesetz soll sicherstellen, dass nur einwandfreie Lebensmittel in den Handel kommen. Aufgrund des § 6 können Verordnungen zum Gewinnen, Herstellen, Verarbeiten und Behandeln von Lebensmitteln erlassen werden. Weiters können genaue Voraussetzungen für das Inverkehrbringen von Lebensmitteln festgelegt werden.

In der ***Schädlingsbekämpfungsmittel-Höchstwerteverordnung,*** *BGBl. Nr. 747/1995*, werden Höchstwerte für allfällige Rückstände von Pflanzenschutzmitteln, die in oder auf Lebensmitteln vorhanden sein dürfen, festgelegt. Diese Höchstwerte sind heute weitgehend jenen der ***Richtlinien 76/895/EWG, 86/362/EWG, 86/363/EWG, 90/642/EWG und 97/41/EG über die Festsetzung von Höchstgehalten an Rückständen von Schädlingsbekämpfungsmitteln auf oder in Obst und Gemüse, Getreide, Lebensmitteln tierischen Ursprungs und bestimmten Erzeugnissen pflanzlichen Ursprungs*** angeglichen.

Daneben gibt es noch eine eigene ***Trinkwasserverordnung,*** *BGBl. II Nr. 304/2001*, in der Höchstwerte für Verunreinigungen durch Pestizide (Pflanzenschutzmittelwirkstoffe) im Trinkwasser festgelegt sind.

7.4.2. Futtermittelgesetz, BGBl. I Nr. 139/1999

Dieses Gesetz baut auf der Richtlinie 1999/29/EG des Rates auf. Im § 20 wird darauf hingewiesen, dass es in Futtermitteln zu keinen Überschreitungen der Höchstwerte von Schädlingsbekämpfungsmitteln kommen darf. Ergänzend dazu wurde mit dem BGBl. Nr. 93/2000 eine ***Futtermittelverordnung*** erlassen.

7.5. Qualitätsklassengesetz, BGBl. Nr. 161/1967

In den Verordnungen zum Qualitätsklassengesetz des Bundes wird wiederholt darauf hingewiesen, dass die Früchte frei von Pflanzenkrankheiten und Schädlingen bzw. frei von Verletzungen sein müssen.

7.6. Gesetze, den Umgang mit Chemikalien und Giften betreffend

7.6.1. Chemikaliengesetz 1996, BGBl. I Nr. 53/1997

In diesem Bundesgesetz wird der Umgang (Abgabe, Handel, Aufbewahrung usw.) mit gefährlichen Chemikalien (z.B. giftigen Stoffen) geregelt. Die Chemikalien werden nach ihrer Gefährlichkeit eingestuft. Für gefährliche Chemikalien, zu denen auch bestimmte Pflanzenschutzmittel zählen, gibt es eigene Kennzeichnungsvorschriften (Gefahrensymbole, Gefahrenbezeichnungen und Kennbuchstaben) und Abgabebestimmungen.

Dieses Gesetz löste das Chemikaliengesetz, BGBl. Nr. 326/1978 ab, allerdings blieben verschiedene *Verordnungen (**Chemikalienverordnung**, BGBl. Nr. 208/1989, **Giftverordnung,** BGBl. II Nr. 24/2001,* u.a.) solange in Kraft, bis neue Regelungen erlassen werden. Die Chemikalienverordnung enthält Hinweise zur schadlosen Beseitigung von chemischen Pflanzenschutzmitteln.

Der III. Abschnitt des Chemikaliengesetzes enthält Bestimmungen über den Verkehr mit Giften, also auch mit giftigen und sehr giftigen Pflanzenschutzmitteln. Gemäß des § 36 des Chemikaliengesetzes werden auf dem Verordnungswege alle sehr giftigen und giftigen Stoffe in einer ***Giftliste*** zusammengefasst, die jährlich geändert und ergänzt wird.

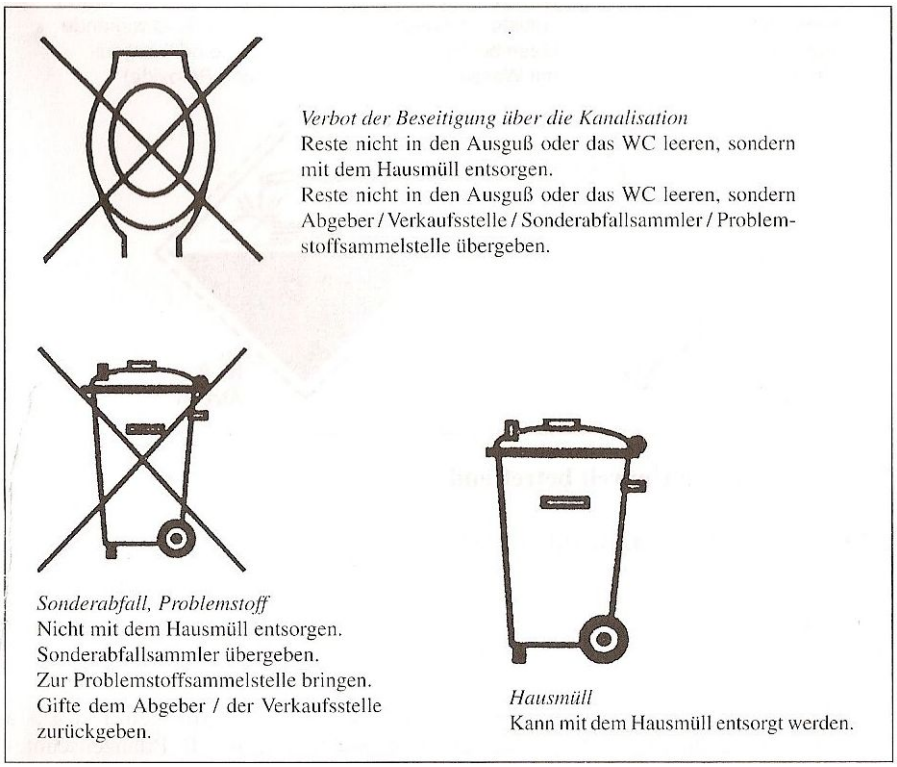
Aufgrund der Grundsatzbestimmung im § 49 des Chemikaliengesetzes haben die Bundesländer eigene „***Landwirtschaftliche Landeschemikaliengesetze“*** zu erlassen, die den Umgang, Lagerung und die Verwendung von Giften in der Landwirtschaft (z.B. sehr giftigen und giftigen Pflanzenschutzmitteln) regeln.

Die meisten dieser Landesgesetze umfassen nicht nur die giftigen, sondern alle Pflanzenschutzmittel. Landwirte, die Pflanzenschutzmittel anwenden, müssen „sachkundig“ sein. Es können im Rahmen dieser Landesgesetze auch Verordnungen zur Überprüfung von Pflanzenschutzgeräten erlassen werden.

7.6.2. Abfallwirtschaftsgesetz, BGBl. I Nr. 102/2002

Das Abfallwirtschaftsgesetz weist darauf hin, dass mit Stoffen so umgegangen werden muss, dass möglichst keine Abfälle entstehen. Giftige Pflanzenschutzmittel, die nicht mehr verwendet werden, sind entsprechend den Vorschriften des Abfallwirtschaftsgesetzes zu behandeln. Sie sind bei Sammelstellen für Problemstoffe abzugeben.

Aufgrund § 47 des **Chemikaliengesetzes 1996**, BGBl. I Nr. 53/1997, können Letztverbraucher (Land- und Forstwirte) giftige Pflanzenschutzmittel in unveränderter Form in Originalpackungen ohne Anspruch auf Entgelt an den Abgeber zurückgeben.



7.6.3. Gefahrgutbeförderungsgesetz, BGBl. Nr. 145/1998

Aufgrund des Gefahrgutbeförderungsgesetzes unterliegt der Transport von Pflanzenschutzmitteln auf öffentlichen Straßen und Wegen den Vorschriften des ADR (Europäischen Übereinkommens bezüglich Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße). Gefährliche Güter sind solche, die bestimmte Gefährlichkeitskriterien (z.B. Giftigkeit, Entzündbarkeit, Ätzgefahr, Explosionsgefahr, Ansteckungsgefahr, Umweltgefährdung oder Radioaktivität) erfüllen. Es können somit neben den Pflanzenschutzmitteln auch andere landwirtschaftliche Bedarfsartikel von den ADR-Vorschriften erfasst sein, wie Melkmaschinenreiniger, Siloanstriche, Weinbauchemikalien, Treibstoffe usw.

Die ADR-Vorschriften gelten für alle Kraftfahrzeuge (samt Anhänger), die mindestens vier Räder und eine bauartbedingte Höchstgeschwindigkeit von mehr als 25 km/h aufweisen. Land- und forstwirtschaftliche Zug- und Arbeitsmaschinen (lt. Zulassungsschein), wie Traktoren und mit ihnen gezogene Anhänger, sind von diesen ADR-Vorschriften ausgenommen. Personen- oder Lastkraftwagen gelten aber nicht als land- und forstwirtschaftliche Zug- und Arbeitsmaschinen und unterliegen den ADR-Vorschriften! Für die Verwendung von Personen- oder Lastkraftwagen zum Transport von Pflanzenschutzmitteln für den Eigenbedarf kann es eine Ausnahmeregelung geben, wenn dieser in einer „baumustergeprüften Gefahrengutbox“ mit der Aufschrift „landwirtschaftliches Gefahrengut“ erfolgt und ein ABC-Feuerlöscher (mind. 2 kg Pulverlöscher) vorhanden ist. Gefahrengutbox und Feuerlöscher müssen gegen Verrutschen,

Umkippen usw. gesichert sein. Diese Ausnahmeregelung geht von den jeweiligen Landeshauptleuten aus. Beim Transport muss eine Rechnung oder ein Lieferschein als Begleitpapier vorhanden sein, auf dem die Gefahrengutklassifizierung der Gefahrengutprodukte aufscheint. Außerdem muss eine Kopie des Ausnahmebescheids (nicht in der verschlossenen Gefahrengutbox) mitgeführt werden.

Fazit: Es ist am einfachsten, wenn man Pflanzenschutzmittel mit land- und forstwirtschaftlichen Zug- und Arbeitsmaschinen transportiert. Die Land- oder Forstwirte müssen aber den Sorgfaltspflichten gemäß dem Gefahrgutbeförderungsgesetze bzw. ADR nachkommen!

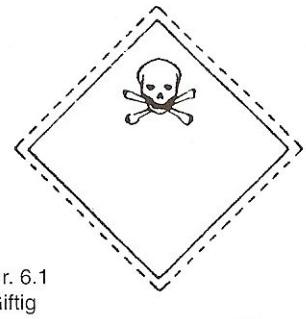
Kennzeichnung von Versandstücken nach ADR/GGST

(gesetzlich vorgeschriebene Größen und Farben sind zu beachten)

Nr. 3 (rot/schwarz) Feuergefährlich (entzündbare flüssige Stoffe)

Nr. 4.3 (blau/schwarz) selbstentzündliche Gase bei Berührung mit Wasser

Nr. 5.1 (gelb/schwarz) entzündend wirkende Stoffe oder organische Peroxide)



Nr. 6.1 Giftig

Nr. 8 Ätzend

7.7. Gesetze, die Umwelt betreffend

7.7.1. Wasserrechtsgesetz, BGBl. Nr. 252/1990 i. d. F. BGBl. I Nr. 123/2006

Das Wasserrechtsgesetz des Bundes regelt unter anderem den Schutz der Gewässer. Von der Land- und Forstwirtschaft wird eine ordnungsgemäße Bodennutzung verlangt (§ 32). Dies betrifft auch die Verwendung von Pflanzenschutzmitteln.

Gemäß § 31 hat jedermann Verunreinigungen der Gewässer zu vermeiden. Der § 31a weist speziell auf die *Lagerung* von wassergefährdenden Stoffen (z.B. Pflanzenschutzmittel, Dünger) hin. Eine Verordnung, die diesbezügliche Mengenschwellen (mengenmäßige Grenzwerte) festlegt, ist vorgesehen.

In der ***Grundwasserschwellenwertverordnung,*** BGBl. Nr. 502/1991 i. d. F. BGBl. II Nr. 147/2002, werden Schwellenwerte (eine Art von Höchstwerten) für Grundwasserinhaltsstoffe, unter anderem auch für bestimmte Pflanzenschutzmittelwirkstoffe, festgelegt. Wo die Schwellenwerte überschritten werden, müssen ***Grundwassersanierungsgebiete*** ausgewiesen werden.

Mit der Wasserrechtsnovelle, BGBl. I Nr. 82/2003 wurde das Hydrographiegesetz des Bundes samt der ***Wassergüte-Erhebungsverordnung,*** BGBl. Nr. 338/1991**,** aufgelassen und die Bestimmungen ins Wasserrecht übernommen. Die Wassergüte-Erhebungsverordnung wurde mit dem BGBl. II Nr. 479/2006 durch die **Wasserzustandüberwachungsverordnung** ersetzt. Sie sieht vor, dass Grundwässer und Fließgewässer an verschiedenen Messstellen in Österreich laufend auf ihre Güte, unter anderem auch auf Verunreinigungen durch Pflanzenschutzmittelwirkstoffe, untersucht werden.

Der § 48 des Wasserrechtsgesetzes ermächtigt die Behörde, die Verwendung bestimmter Stoffe (z.B. Pflanzenschutzmittel, Dünger) zu untersagen, soweit dies zur Reinhaltung bestimmter Gewässerstrecken oder Grundwasserbereiche notwendig ist. Die Bundesländer können im Rahmen von ***Wasserschongebietsverordnungen*** Anwendungsverbote oder –beschränkungen für Pflanzenschutzmittel aussprechen.

7.7.2. Verbot des Verbrennens biogener Materialien, BGBl. Nr. 405/1993

Im Freiland ist ein flächenhaftes Verbrennen biogener Materialien (Stroh auf Stoppelfeldern, Schnittholz in Obst- oder Weingärten u.a.) ganzjährig untersagt. Ein punktuelles Verbrennen ist unter bestimmten Voraussetzungen zwischen 16. September und 28. bzw. 29. Februar, also während der Herbst- und Wintermonate, gestattet. Wird nämlich ein Verbrennen zum Zwecke des Pflanzenschutzes (z. B.: Verbrennen von Kernobstbäumen oder Ziergehölzen, die vom Feuerbrand befallen sind) oder des Frostschutzes (Räuchern im Obst- und Weingartenbereich) durchgeführt, so bestehen Ausnahmeregelungen.

7.7.3. Naturschutzgesetze der Länder

Bei der Durchführung von Pflanzenschutzmaßnahmen sind die Naturschutzgesetze der Länder zu beachten. Mitunter können nämlich auch geschützte Pflanzen oder Tiere in landwirtschaftlichen Kulturen unerwünscht sein, wie beispielsweise Alpenrosen (Almrausch) auf Almen, Maulwurf in Grünland u.a.

7.7.4. Bodenschutzgesetze der Länder

Zum Schutz der land- und forstwirtschaftlichen Böden vor einem Schadstoffeintrag haben die Bundesländer eigene gesetzliche Regelungen geschaffen. Dabei werden die Böden u.a. regelmäßig auf den Gehalt an Schwermetallen und organischen Schadstoffen (z.B. chlorierten Kohlenwasserstoffen) untersucht. Die Durchführung der Gesetze geschieht durch Verordnungen, wie ***Bodenschutzprogrammverordnungen, Gülleverordnungen, Klärschlammverordnungen*** u.a***.***

7.7.5. Bienenzuchtgesetze der Länder

Zum Schutz der Bienen gibt es in den Bienenzuchtgesetzen der Länder Anwendungsbeschränkungen für Pflanzenschutzmittel.

7.8. Gewerberecht

Das Handwerk des „Schädlingsbekämpfers“ wird in der ***Gewerbeordnung***, BGBl. Nr. 314/1994, zuletzt geändert durch das Bundesgesetz, BGBl. I Nr. 111/2002, geregelt. Aufgrund dieser wurde die ***Schädlingsbekämpfungs-Verordnung***, BGBL. II Nr. 78/2003, erlassen, die eine notwendige fachliche Qualifikation des Schädlingsbekämpfers zum Inhalt hat.

8. Pflanzenschutzberatungsstellen in Österreich

Österreich
Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit (AGES) GmbH,
1226 Wien, Spargelfeldstraße 191
☎ 05 0555 0 Fax: 05 0555 22019
Institut für Pflanzenschutzmittelbewertung und -zulassung
☎ 05 0555 33405 Fax: 05 0555 33404
E-Mail:
Institut für Pflanzengesundheit
☎ 05 0555 33326 Fax: 05 0555 33303
E-Mail: pflanzengesundheit@ages.at

Bundesamt und Forschungszentrum für Wald (BFW)
Institut für Waldschutz
1130 Wien, Seckendorff-Gudent-Weg 8
☎ 01 87838 1131, Fax 01 87838 1250
E-Mail: waldschutz@bfw.gv.at

Burgenland*)
Burgenländische Landwirtschaftskammer,
7001 Eisenstadt, Esterhazystraße 15
☎ 02682 702 650, Fax: 02682 702 690
E-Mail: sonderkulturen@lk-bgld.at

Kärnten
Kammer für Land- und Forstwirtschaft Kärnten
9010 Klagenfurt, Museumgasse 5
☎ 0463 5850 1421, Fax: 046) 5850 1429
E-Mail: pflanzenbau@lk-kaernten.at

Amtlicher Pflanzenschutzdienst:
Amt der Kärntner Landesregierung
Abteilung Agrar 11
Kohldorferstraße 98
9021 Klagenfurt
☎ 0463 536 31102, Fax: 0463 536 31100
E-Mail: post.abt11@ktn.gv.at

Niederösterreich*)
Niederösterreichische Landwirtschaftskammer
3100 St. Pölten, Wiener Straße 64
☎ 02742 259 2600, Fax: 02742 259 475 2209
E-Mail: pflanzenschutz@lk-noe.at

Oberösterreich*)
Oberösterreichische Landwirtschaftskammer,
4021 Linz, Auf der Gugl 3
☎ 0506902 1411, Fax: 0506902 1427
E-Mail: abt-pfl@lk-ooe.at

Salzburg*)
Kammer für Land- und Forstwirtschaft Salzburg,
5024 Salzburg, Schwarzstraße 19
☎ 0662 870571 0 Fax: 0662 870571 320
E-Mail: beu@lk-salzburg.at

Steiermark
Landeskammer für Land- und Forstwirtschaft in Steiermark,
8010 Graz, Hamerlinggasse 3
☎ 0316 8050 1208, Fax: 0316 8050 1511
E-Mail: pflanzenschutz@lk-stmk.at

Amtlicher Pflanzenschutzdienst:
Landwirtschaftliches Versuchszentrum Steiermark
8047 Graz, Ragnitzstraße 193
☎ 0316 877 6600, Fax: 0316 877 6638
E-Mail: fa10b@stmk.gv.at

Tirol
Landwirtschaftskammer für Tirol,
6021 Innsbruck, Brixnerstraße 1
☎ 05 9292 1503, Fax: 05 9292 1599
E-Mail: ps@lk-tirol.at

Amtlicher Pflanzenschutzdienst:
Amt der Tiroler Landesregierung
Abteilung IIIc
Meinhardstraße 8
6020 Innsbruck
☎ 0512 508 2542, Fax: 0512 508 2545
E-Mail: landw.schulwesen@tirol.gv.at

Vorarlberg*)
Landwirtschaftskammer für Vorarlberg,
6901 Bregenz, Montfortstraße 9-11
☎ 05574 400 232, Fax: 05574 400 602
E-Mail: obst-garten@lk-vbg.at

Wien
Wiener Landwirtschaftskammer,
1060 Wien, Gumpendorferstraße 15
☎ 01 5879528 0, Fax: 01 5879528 21
E-Mail: office@lk-wien.at

Amtlicher Pflanzenschutzdienst:
Magistratsabteilung 42 (Stadtgartenamt),
1220 Wien, Siebeckstraße 14
☎ 01 4000 42264, Fax: 01 4000 42267
E-Mail: post@m42.magwien.gv.at

*) In diesen Bundesländern sind die Beratungsstellen der Landwirtschaftskammern mit dem amtlichen Pflanzenschutzdienst ident.

Universitäten und Fachschulen:

Institut für Pflanzenschutz,
Universität für Bodenkultur
1190 Wien, Peter Jordan-Straße 82
☎ 01 47654 3350, Fax 01 47654 3359
E-Mail: incom335@boku.ac.at

Höhere Bundeslehr- und Versuchsanstalt für Gartenbau
Abteilung Pflanzenschutz
1130 Wien, Grünbergstraße 24
☎ 01 8135950-0, Fax: 01 8135950-99

Beratungsstellen für Geräte und Applikationstechnik:

Bildungswerkstatt Mold der
Niederösterreichischen Landeslandwirtschaftskammer
3580 Mold
☎ 02982 8259, Fax 02982 8259 36
E-Mail: office@mold.lk-noe.at

Beratungsstellen für Arbeitssicherheit und Gesundheit:

Sozialversicherungsanstalt der Bauern für selbständige und deren angehörige
Sicherheit und Gesundheit
Ghegastraße 1
1031 Wien
☎ 01 79706 0, Fax: 01 79706 2400
E-Mail: info@svb.sozvers.at

Allgemeine Unfallversicherungsanstalt für die Arbeitnehmer (AUVA)
Adalbert Stifter Straße 65
1200 Wien
☎ 01 33111 0
www.auva.at

9. Sachregister

9.1. Fachausdrücke

Fachausdruck	Seite
Abfallwirtschaftsgesetz	123
Abflammgeräte	11
Abhaltemittel	11
abstoppende Wirkung	55
Abstreiftechnik	91
Abdrift	46 ff
Abwaschung	40, 49, 58
acceptable daily intake	43
ADI-Wert	43
Adsorption	40
Adultizide	61
Akarizide	23
akropetal	53, 75
akute Vergiftung	36
Älchen	22
Algizide	61
Almen	21, 125
Antikoagulantien	57
Antiresistenzstrategie	52
Anwenderschutz	114
Anwendungstechnik	97
Aphizide	61
Applikationsmethoden,	109
Applikationstechnik	97
Arborizide	61
Atemgift	56
Attraktantien	61
ätzende Wirkung	37
Aufgaben des Pflanzenschutzes	7
Auswaschung	40
Autozidverfahren	14
Bakterien	18
Bakterizide	19
Bandspritzung	48
basipetal	54
Begasen	99
Begrenzungsfaktoren, natürliche	13, 29
Beikräuter	21
Beizung	99
Belagsmittel	53
Beratungsstellen	126
Bienenschutz	44
Bienensprache	14
Bienenzuchtgesetz	125
biologischer Abbau	40
biologischer Pflanzenschutz	11
biotechnischer Pflanzenschutz	13
Biotop	5
Biozid	50
Blattherbizide	58
Bodenentseuchung	11, 22
Bodenherbizide	59
Bodenleben	45
Bodenschutzgesetze	
Botrytizide	
Breitbandfungizid	
Breitbandherbizid	
Breitbandinsektizid	
Chemikaliengesetz	
Chemikaliengesetz	

Chemikalienverordnung	
chemischer Pflanzenschutz	
Chitin	
chronische Vergiftung	
Dämpfen von Erde	
dermale Aufnahme	
Dessikanten	
Deterrentien	
Dispenser	
Doppelflachstrahldüsen	
Doppelschlitzdüsen	
Dositestgerät	
DT 50-Wert	
Düngemittelgesetz	
Düngung	
Düsen	
Einbürgerung, Nützlinge	
Einzeldüsenprüfstand	
elektrischer Pflanzenschutz	
elektrostatische Aufladung	
Emulgator	
Emulsionskonzentrat	
Engerling	
eradikative Wirkung	
Erosion	
Exzenterdüsen	
Farbschalen	
Farbtafeln	
Feinsprühen	
Feldspritzgeräte	
Flächenbehandlung	
Flachstrahldüsen	
Flüssigbeizung	
Formulierung	
Forstgesetz	
Fraßgifte	
Freistellen der Trauben	
Fruchtausdünnmittel, Obstbau	
Fruchtfolge	
Fumigate	
Fungi	
Fungizide	
Gallmilben	
Gametizide	
Gebläsespritzen	
Gebläsesprüher	
Gefahrenbezeichnungen	
Gefahrengütergesetz Straße	
Gefahrensymbole	
genetic control	
Genetische Schädlingsbekämpfung	
Gentechnik	
Gesetzliche Bestimmungen	
Gesichtsmasken	
Gifte	
Giftabgabe	
Giftbezug	
Giftbezugsbewilligung	
Giftbezugsschein	
Giftklassen	
Giftpflanzen	
Giftverordnung	
Giftbezugslizenz	

good agricultural practice	
Graminizide	
Granulat	
Granulatestreuer	
Granuloseviren	
Grundwasser	
Grundwasserschwellenwertverordnung	
gute landwirtschaftliche Praxis	
Gütezeichen	
Hacken, Unkräuter	
Haftmittel	
Halbwertszeit	
Halmfestiger, Getreide	
Heidelandschaft	
heilende Wirkung	
Heißvernebler	
Herbizide	
Herbizide, systemische	
Höchstwert	
Höckerraupe	
Hohlkegeldüsen	
Hormone	
hydrolytischer Abbau	
Hyphen	
indifferente Arten	
Indikatoren	
induzierte Pflanzenschutzprobleme	
Infrarotgeräte	
inhalative Aufnahme	
Inkubationszeit	
innertherapeutische Wirkung	
Insekten	
Insektizide	
integrierter Pflanzenbau	
integrierter Pflanzenschutz	
integrierter Pflanzenschutz	
Jagd	
Kaltvernebler	
kanzerogene Wirkung	
Karstlandschaft	
karzinogene Wirkung	
Kegelstrahldüsen	
Keimhemmmittel, Kartoffel	
Kennbuchstaben	
Kerbtiere	
Kerfe	
Ködermittel	
Kokon	
Kompensationsschadorganismen	
Konfusionstechnik	
Konidien	
Kontaktgift	
Kontaktherbizide	
Kontrolle der Pflanzenschutzgeräte	
Kreuzungszüchtung	
Kronenerziehung im Obstbau	
Kühllagerung	
Kulturlandschaft	
Kulturtechnischer Pflanzenschutz	
kurative Wirkung	
Lagerung von Pflanzenschutzmitteln	
Larvizide	
Lästlinge	
latente Viren	
Latenzzeit	
LC 50	
Larven	

LD 50	
Lebensmittelgesetz	
letale Dosis	
letale Konzentration	
Lichtkonkurrenten	
lokalsystemische Pflanzenschutzmittel	
Lösungsmittel	
low pressure	
low volume spraying	
LP-Düsen	
Luftansaug-Schlitzdüsen	
LV-Verfahren	
Maden	
Magengift	
Mähweidenutzung	
Makrogranulat	
Manotestgerät	
Mechanisch-physikalischer Pflanzenschutz	
Mechanisierung in der Landwirtschaft	
Mehrbereichsdüsen	
Mehrfachdüsenstöcke	
Mesogranulat	
Metabolismus	
Metaboliten	
Metamorphose	
Methoden des Pflanzenschutzes	
mikrobieller Abbau	
Mikrogranulat	
Milben	
Milchverpester	
Mischtabelle	
MLO	
Molluskizide	
monogene Resistenz	
Mumienpuppe	
Mutagene Wirkung	
Mykoplasmen	
Mykorrhiza	
Myzel	
Nachauflaufherbizide	
Nachbauwartefristen	
Nährstoffkonkurrenten	
natürliche Kontrolle der Schadorganismen	
Naturschutz	
Naturschutzgesetze	
Nebeln	
Nematizide	
Nematoden	
Neolithische Revolution	
Nesterbehandlung	
Netzmittel	
Niederdruckdüsen	
no observable effect level	
NOEL-Wert	
Nützling	
Nymphe	
Ökologisches Gleichgewicht	
Ökologie	
Ökosystem	
onkogene Wirkung	
Ovizide	
oxidativer Abbau	
Parasiten	
Parasiten	
orale Aufnahme	

Pasten	
PCR-Methode	
permissible level	
permitted level	
persistente Viren	
Persistenz	
Pflanzenbehandlungsmittel	
Pflanzenschutzgeräte	
Pflanzenschutzgesetze	
Pflanzenschutzmittel	
Pflanzenschutzmittelgesetz	
Pflanzenzüchtung	
Pflanzgutgesetz	
Pfropfrebenbau	
Pheromone	
Photobiologische Unkrautbekämpfung	
Photolytischer Abbau	
Phytohormone	
Phytoplasmen	
Pilliertes Saagut	
Pilze	
Platzkonkurrenten	
Polyederviren	
polygene Resistenz	
Polymerase-Kettenreaktion	
positionelle Selektivität	
post emergence	
Prädatoren	
Pralldüsen	
präventive Wirkung	
pre emergence	
pre harvest	
pre sowing	
prophylaktische Wirkung	
Punktbehandlung	
Puppen	
Puszta	
Qualitätsklassengesetz	
Quantitestgerät	
quasisystemische Pflanzenschutzmittel	
R-Sätze	
Räuber	
Raupen	
Reberziehung	
Rebunterlagen	
Reihenbehandlung	
Reinigung der Pflanzenschutzgeräte	
Repellent	
Repellentien	
Resistenz	
Resistenz bei Schadorganismen	
Resistenz gegenüber Pflanzenschutzmitteln	
Resistenzbrecher	
Resistenzzüchtung	
Risikosätze	
Rodentizide	
Rotationszerstäuber	
Rundlochdüsen	
S-Sätze	
Saatgutinkrustierung	

Saatgutgesetz	
Saatgutreinigung	
Samenunkräuter	
Samenunkräuter	
Saprophyten	
Säuberungsräuber	
Schadensschwelle, ökologische	
Schadensschwelle, wirtschaftliche	
Schadensschwelle, wirtschaftliche, ökonomische	
Schädling	
Schädlingsbekämpfungsmittel-Höchstwerteverordnung	
Schaumbremser	
Schlämmbeizung	
Schlitzdüsen	
Schmarotzer	
Schnecken	
Schutzanzug	
Schutzräuber	
Seitenwurfdüsen	
Selbstvernichtungsverfahren	14
Selektionszüchtung	
selektive Pflanzenschutzmittel	
semipersistente Viren	
Sicherheitsratschläge	
Sklerotien	
Sortenwahl, Pflanzen-	
Spinnen	
Spinnmilben	
Sporangien	
Sporen	
Spritzen	
Spritzpulver	
Spritztagebuch	
Sprühen	
Standardflachstrahldüsen	
Staub	
Stäuben	
Stimulantien	
Streckmittel	
Streuen	
Striegeln, Unkräuter	
Suspensionskonzentrat	
Symbiose	
synthetische Pflanzenschutzmittel	
systhemische Pflanzenschutzmittel	
Tauchen	
teratogene Wirkung	
thermischer Pflanzenschutz	
Tiefenwirkung	
Toleranzzüchtung	
Tönnchenpuppe	
Totalherbizid	
Toxikologie der Pflanzenschutzmittel	
Tracheomykosen	
transgene Pflanzen	
translaminare Wirkung	
Trinkwasser	
Trinkwasser-Pestizidverordnung	
Trockenbeizung	
Turbo-Flachstrahldüsen	
ultra low spraying	
ULV-Verfahren	
Umwelttoxizität	
under leaf	
Ungräser	

Unhölzer	
Universaldüsen	
Unkräuter	
Unterblattherbizide	
Unterblattspritzung	48
Vektoren	
Verbrennen	
Verdampfen	
Verdampfung	
Verdunstungshemmer	
Vergiftungsunfälle	
Vergiftungszentrale	
Verstänkerungsmittel	
Verwirrungstechnik	
Viren	
Viroide	
Virosen	
Virusfreimachung	
Virustestung	
Virusübertragung	
Viruzide	
visuelle Kontrolle	
Vollkegeldüsen	
vorbeugende Wirkung	
Vorsaatherbizide	
Vorsichtsmaßnahmen	
Wachstumsregler	
Warndienst	
Warnfarbe	
Warngeruch	
Warnschreie	
Wartefrist	
Wartung der Pflanzenschutzgeräte	
Wasserkonkurrenten	
Wasserrechtsgesetz	
Wasserschongebietsverordnungen	
Weichhautmilben	
Weitwurfdüsen	
Wildverbissmittel	
Wirbeltiere	
Witterung	
Wuchsstoffherbizide	
Wurzelunkräuter	
Wurzelunkräuter	
Zoosporen	
Zusatzstoffe	
Zwischenträger von Krankheiten	

9.2. Schädliche und nützliche Organismen

Deutsche und lateinische Bezeichnungen, bei Viren englische Bezeichnungen

Ackerdistel, *Cirsium arvense*
Ackerfrauenmantel, *Aphanes arvensis*
Ackerfuchsschwanz, *Alopecurus myosuroides*
Ackerschachtelhalm, *Equisetum arvense*
Ackersenf, *Sinapis arvensis*
Ackerwinde, *Convolvolus arvensis*
Adlerfarn, *Pteridium aquilinum*
Aga-Kröte, *Bufo marinus*
Älchen > Nematoden
Algen
Almampfer, *Rumex alpinus*
Almrausch > Alpenrose
Alpenrose, Rhododendron
Alternaria-Pilze
Amblyseius barkeri

Amblyseius cucumeris
Ameisen, *Formicidae*
Ampelomyzes quisqualis
Ampfer Krauser, *Rumex crispus*
Apfelblattlaus Grüne, *Aphis pomi*
Apfelblattlaus Mehlige, *Dysaphis plantaginea*
Apfelblütenstecher, *Anthonomus pomorum*
Apfelgras(blatt)laus, *Rhophalosiphum insertum*
Apfelmehltau, *Podosphaera leucotricha*
Apfelmosaik, *Apple Mosaic Virus*
Apfelrostmilbe, *Aculus schlechtendali*
Apfelschorf, *Venturia inaequalis*
Apfelwickler, *Cydia (Laspeyresia) pomonella*
Aphelinus abdominalis
Blutlauszehrwespe > *Aphelinus mali*
Aphidoletes aphidimyza
Aspergillus flavus
Ausfallgetreide
Bacillus thuringiensis
Bakterielle Blattfleckenkrankheit Gurke, *Pseodomonas syringae*
Bakterielle Welke Tomate, *Clavibacter (Corynebacterium) michiganensis*
Bakterien
Bakterienringfäule Kartoffel, *Clavibacter (Corynebacterium)*
Bär Braun-, *Ursus arctos*
Bärenklau, *Heracleum sphondylium*
Baumkrebs, Obst-, *Nectria galligena*
Baumweißling, *Aporia crataegi*
Baumwollblattlaus, *Aphis gossypii*
Beauveria spp.
Beringter Schleimrübling, *Oudemansiella mucida*
Besentriebigkeit Apfel, *proliferation*
Beulenbrand Mais, *Ustilago maydis*
Bienen > Honigbiene
Birnblattsauger, *Psylla piri, P. pirisuga, P. piricola*
Birnenverfall, *pear decline*
Bisamratte, *Ondatra zibethica*
Blasenfüße > Thripse
Blattälchen, *Aphelenchoides spp.*
Blattflöhe, *Psillidae*
Blattläuse, *Aphidoidae*
Blattrollvirus Erbse
Blattrollvirus *Kartoffel*
Blauschimmel, *Peronospora tabacina*
Blindschleiche, *Anguis fragilis*
Blumenwanzen, *Anthocoridae*
Blütenthrips Kalifornischer, *Frankliniella occidentalis*
Blutlaus, *Eriosoma lanigerum*
Blutlauszehrwespe, *Aphelinus mali*
Bohnenspinnmilbe > Spinnmilbe Gemeine
Borkenkäfer, *Scolytidae*
Brackwespen, *Braconidae*
Brennessel Große, *Urtica dioica*
Brennfleckenkrankheit Bohne, *Colletotrichum lindemuthianum*
Brombeere Gemeine, *Rubus fructicosus*
Buchdrucker, *Ips typographus*
Cercospora-Blattfleckenkrankheit Rübe, *Cercospora beticola*
Chrysopa carnea
Cryptolaemus montrouzieri
Dacnusa sibirica
Derris
Dickmaulrüssler Gefurchter, *Otiorrhynchus sulcatus*
Diglyphus isaea
Doldengewächse, *Umbelliferae*
Dörrfleckenkrankheit Kartoffel, *Alternaria solani, A. tenius*

Drahtwürmer > Schnellkäfer
Echter Mehltau der Weinrebe, *Uncinula necator, Oidium tuckeri*
Echter Mehltau Zuckerrübe, *Erysiphe betae*
Ehrenpreis, *Veronica*
Eichenwickler, *Tortrix viridana*
Eidechsen, *Lacertidae*
Eisenfleckigkeit, *Rattle Virus*
Encarsia formosa
Engerling > Maikäfer
Enten, *Anatidae*
Erdbeerblütenstecher, *Anthonomus rubi*
Erdbeermilbe, *Tarsonemus fragariae*
Erdflöhe, *Halticinae*
Erdraupen > Eulen (Schmetterlinge)
Erzwespen, *Chalcidoidae*
Eulen (Nachtvögel), *Striges*
Eulen (Schmetterlinge), *Noctuidae*
Fadenehrenpreis, *Veronica filiformis*
Fadenwürmer > Nematoden
Falsche Mehltaupilze, *Peronosporaceae*
Falscher Mehltau der Weinrebe, *Plasmopara viticola*
Falscher Mehltau Hopfen, *Pseudoperonospora humuli*
Falscher Mehltau Salat, *Bremia lactucae*
Falscher Mehltau Zierpflanzen, *Phytophthora spp.*
Fasane, *Phasianidae*
Feigenblattkürbis, *Cucurbita ficifolia*
Feldmaus, *Microtus arvalis*
Fettfleckenkrankheit Bohne, *Pseudomonas syringae*
Feuerbrand, *Erwinia amylovora*
Fledermäuse, *Chiropteren*
Fliegen, *Brachycera*
Florfliegen, *Chrysopidae*
Flughafer, *Avena fatua*
Fritfliege, *Oscinella frit*
Frostspanner, *Operophthera brumata*
Fruchtschalenwickler, *Adoxophyes reticulana*
Fruchtwickler Kleiner, *Grapholitha Lobajewski*
Fuchs Kleiner, *Aglais urticae*
Fuchsschwanz Zurückgekrümmter, *Amaranthus retroflexus*
Fusarium spp.
Gallenälchen, *Meloidogyne spp.*
Gallmilben, *Eriophydae*
Gallmücken Räuberische, *Honididae*
Gallmücken, *Itonididae*
Gänsefuß Weißer, *Chenopodium album*
Gänsefußgewächse, *Chenopodiaceae*
Geißfuß, Giersch, *Aegopodium podagraria*
Gelbmosaikvirus Gerste, *Barley Yellow Mosaic Virus*
Gelbverzwergungsvirus Gerste, *Barley Yellow Dwarf Virus, BYDV*
Geradflügler, *Orthoptera*
Germer Weißer, *Veratrum album*
Gespinstmotten, *Hyponomeutidae*
Getreidehähnchen, *Oulema spp.*
Getreidelaufkäfer, *Zabrus tenebrioides*
Getreidemehltau, *Erysiphe graminis*
Getreidewanzen, *Aelia acuminata, Eurygaster maura*
Getreidewickler, *Cnephasia pasiuana*
Gladiolenthrips, *Thaeniothrips simplex*
Glasflügler, *Synanthedon spp.*
Gloeosporium album, G. fructigenum
Goldafter, *Euproctis chrysorrhoea*
Granulosevirus
Grauschimmel, *Botrytis cinerea*
Grind > Wurzelkropf
Gurkenmehltau Echter, *Erysiphe cichoriacearum, Sphaerotheca*

Gurkenmosaikvirus, *Cucumber Mosaic Virus, CMV*
Gurkennekrosevirus
Gurkenwelke, *Fusarium oxysporum*
Haargurke, *Sicyos angulatus*
Hahnenfuß Scharfer, *Ranunculus acer*
Hahnenfußgewächse, *Ranunculaceae*
Halmbruchkrankheit Getreide, *Pseudocercosporella herpotrichoides*
Hauhechel, *Ononis spinosa*
Hautflügler, *Hymenoptera*
Hederich, *Raphanus raphanistrum*
Herbstzeitlose, *Colchicum autumnale*
Heterorhabditis spp.
Heuwurm > Traubenwickler
Himbeerkäfer, *Byturus tomentosus*
Hirsch Rot-, *Cervus elaphus*
Hirtentäschel, *Capsella bursa-pastoris*
Hohlzahn, *Galeopsis*
Honigbiene, *Apis mellifica*
Huflattich, *Tussilago farfara*
Hühnerhirse, *Echinochloa crus-galli*
Igel, *Erinaceus europaeus*
Insekten, *Insecta*
Johannisbeerknospengallmilbe, *Cecidophyopsis ribis*
Käfer, *Coleoptera*
Kamille, *Matricaria*
Kartoffelblattlaus Grünfleckige, *Aulacorthum solani*
Kartoffelblattlaus Grünstreifige, *Macrosiphum euphorbiae*
Kartoffelkäfer, *Leptinoptera decemlineata*
Kartoffelkrebs, *Synchytrum endobioticum*
Kartoffelnematode Gelber, *Globodera rostochiensis*
Kartoffelnematode Weißer, *Globodera pallida*
Kartoffelschorf Gewöhnlicher, *Streptomyces scabies*
Katzen, *Felidae*
Kerbtiere > Insekten
Kerfe > Insekten
Kiefernschütte, *Lophodermium seditiosum*
Kiefernzapfenrübling, *Strobilurus tenacellus*
Kirschfruchtfliege, *Rhagoletis cerasi*
Klatschmohn, *Papaver rhoeas*
Kleekrebs, *Sclerotinia trifoliorum*
Kleeseide, *Vuscuta trifolii*
Klettenlabkraut, *Galium aparine*
Knöterichgewächse, *Polygonaceae*
Kohleule, *Mamestra brassicae* u.a.
Kohlfliege, *Delia brassicae*
Kohlgallenrüßler, *Ceutorrhynchus pleurostigma*
Kohlhernie, *Plasmodiphora brassicae*
Kohlschotenmücke, *Dasyneura brassicae*
Kohlschotenrüssler, *Ceutorrhynchus assimilis*
Kohlschwarzringfleckenvirus, *Turnip Mosaic Virus*
Kohltriebrüssler Gefleckter, *Ceutorrhynchus quadridens*
Kohltriebrüssler Großer > Rapsstängelrüssler
Kohlweißling, *Pieris brassicae*
Kommaschildlaus, *Lepidosaphes ulmi*
Kornkäfer, *Sitophilus granarius*
Kornrade, *Agrostemma githago*
Kragenfäule Apfel, *Phytphthora cactorum*
Kräuselkrankheit Pfirsich, *Taphrina deformans*
Kräuselmilbe Wein, *Calepitrimerus vitis*
Kraut- und Braunfäule Tomaten, *Phytophthora infestans*
Kraut- und Knollenfäule der Kartoffel, *Phytophthora infestans*
Kreuzblütler, *Cruciferae*
Kröten, *Pelobatidae*
Kugelkäfer, *Stethorus punctillium*
Kurzflügler, *Staphylinidae*
Lärchenminiermotte, *Coleophora laricella*
Kupferstecher, *Pitogenes chalcographus*

Lärchenwickler, *Zeiraphera diniana*
Lauch, *Allium*
Laufkäfer, *Carabidae*
Leindotter, *Camelina alyssum*
Leuchtkäfer, *Lampyridae*
Libellen, *Odonata*
Liriomyza huidobrensis
Löwenzahn, *Taraxacum officinale*
Luchs, *Lynx*
Lumbrinereis sp.
Luzernemosaikvirus
Maikäfer, *Melolontha melolontha*
Maiszünsler, *Ostrinia nubilalis*
Marienkäfer, *Coccinellidae*
Mauke > Wurzelkropf
Maulbeerspinner, *Bombyx mori*
Maulwurf, *Talpa europaea*
Maulwurfsgrille, *Gryllotalpa vulgaris*
Mäuse, *Muridae*
Meereszwiebel, *Scilla maritima*
Mehlmilbe, *Accras siro*
Meisen, *Paridae*
Metarhizium anisopoliae
Minierfliegen, *Liriomyza spp*.
Miniermotten, *Gracilariidae*
Mistel, *Viscum album*
Möhrenfliege, *Psila rosae*
Mohrenhirse Wilde, *Sorghum halepense*
Monilia Kernobst, *Monilia (Sclerotinia) fructigena*
Monilia Steinobst, *Monilia (Sclerotinia) laxa*
Mottenschildäuse, *Aleurodidae*
Mutterkorn, *Claviceps purpurea*
Mykoplasmen, MLO
Nachtschatten Schwarzer, *Solanum nigrum*
Nacktschnecken, *Agriolimax spp., Arion spp., Dercoceras spp*.
Narrenkopfkrankheit, Mais, *Sclerophthora macrospora*
Nassfäule Kartoffel, *Erwinia spp.*
Neembaum, *Azadirachata indica*
Nematoden, *Nematodes*
Netzflügler, *Neuroptera*
Nonne, *Lymantria monacha*
Nutzholzborkenkäfer, *Xyloterus lineatus*
Obstbaumspinnmilbe, *Panonychus ulmi*
Obstmade > Apfelwickler
Oidium-Krankheit > Echter Mehltau der Weinrebe
Olpidium brassicae
Orion spp.
Penicillium patulum
Peronospora-Krankheit > Falscher Mehltau der Weinrebe
Pestwurz, *Pestatis officinalis*
Pfirsichblattlaus Grüne, *Myzus persicae*
Pflaumenwickler, *Grapholita funebrana*
Phytoseiulus persimilis
Pilze, *Fungi*
Pockenmilbe Birne, *Eriophyes piri*
Pockenmilbe Pflaume,
Pockenmilbe Wein, *Eriophyes vitis*
Polyederviren
Polymyxa betae
Prospaltella perniciosi
Pythium-Arten
Quassia
Quecke, *Agropyron repens*
Rapserdfloh, *Psylliodes chrysocephala*

Rapsglanzkäfer, *Meligethes aeneus*
Rapskrebs, *Sclerotinia sclerotiorum*
Rapsstängelrüssler, *Ceutorrhynchus napi*
Rasenschmiele, *Deschampsia caespitosa*
Ratten, *Rattus*
Raubmilben
Raupenfliegen, *Tachinidae*
Reblaus, *Daktulospaira vitifoliae =Phylloxera vastatrix*
Regenwurm, *Lumbricus terrestris*
Reh, *Capreolus capreolus*
Reisigkrankheit Weinrebe
Wurzeltöterkrankheit der Kartoffel, *Rhizoctonia solani*
Rhizomfäule Erdbeere, *Phytophthora cactorum*
Rhopalosiphum padi
Rispe Einjährige, *Poa annua*
Rispe Gemeine, *Poa trivialis*
Rizomania > Viröse Wurzelbärtigkeit Rübe
Roggentrespe, *Bromus secalinus*
Rosenmehltau Echter, *Sphaerotheca pannosa var. rosae*
Rostpilze, *Puccinia spp.*
Rote Spinne > Obstbaumspinnmilbe
Rötelmaus
Roter Brenner, *Pseudopeziza tracheiphila*
Rübenälchen, *Heterodera schachtii*
Rübenblattlaus Schwarze, *Aphis fabae*
Rübenfliege, *Pegomyia betae*
Rübenmosaikvirus, *Beta Virus 2*
Rübenschosser
Rübenvergilbungsvirus, Mildes, *Beet Mild Yellow Virus, BMYV*
Rübenvergilbungsvirus, Nekrotisches, *Beet Yellow Virus, BYV*
Rüsselkäfer, *Curculionidae*
Sachalin-Staudenknöterich, *Reynoutria sachalinensis*
Sägewespen, *Hoplocampa spp*.
San-José-Schildlaus, *Quadraspidiotus perniciosus*
Sattelmücke, *Haplodiplosis equestris*
Sauerampfer, *Rumex acetosa*
Sauerwurm > Traubenwickler
Schaben, *Blattariae*
Schafgarbe Gemeine, *Achillea millefolium*
Scharka, *Plum Pox Virus*
Schildläuse, *Coccidae*
Schilf, *Phragmites*
Schleimfäule Kartoffel, *Burkholderia (Pseudomonas) solanacearum*
Schlupfwespen, *Ichneumonoidae*
Schmetterlinge, *Lepidoptera*
Schnecken, *Gastropoda*
Schnellkäfer, *Agriotes spp*.
Schrotschusskrankheit Steinobst, *Stigmina carpophila*
Schwammspinner, *Lymantria dispar*
Schwarze Wurzelfäule der Gurke, *Phomopsis sclerotinoides*
Schwarzfäule Salat, *Rhizoctonia solani*
Schwarzfleckenkrankheit Weinrebe, *Phomopsis viticola*
Schwebfliegen, *Syrphidae*
Seidenraupe > Maulbeerspinner
Silberfischchen, *Lepisma*
Sommerwurz, *Orobranche*
Spanner,*Geometridae*
Speisebohnenkäfer, *Acanthoscelides obtectus*
Spelzenbräune Weizen, *Septoria nodorum*
Sperlinge, *Passerinae*
Spinnen, *Arachnoidae*
Spinnmilbe Gemeine, *Tetranychus urticae*
Spinnmilben, *Tetrachydae*
Spitzmäuse, *Soricidae*
Springschwänze, *Collembola*
Springwurmwickler, *Sparganothis pilleriana*

Sprühfleckenkrankheit, *Blumeriella jaapi = Cylindrospoium padi*
Stachelbeermehltau Amerikanischer, *Spaerotheca mors-uvae*
Star, *Sturnus vulgaris*
Stecklenberger Krankheit, *Prunus Necrotic Ringspot Virus*
Stängel- oder Stockälchen, *Ditylenchus spp.*
Stängelbruch Mais, *Fusarium spp.*
Sternrußtau der Rose, *Marssonina (Actinonema) rosae*
Stolbur-Krankheit Kartoffel
Streptomyces viridochromogenes
Sumpfschachtelhalm, *Equisetum palustre*
Tabak
Tagpfauenauge, *Inachis io*
Tauben, *Columbidae*
Taubnessel, *Lamium*
Taumellolch, *Lolium temulentum*
Thripse, *Thysanoptera*
Thujenminiermotte, *Argryrethia thuiella*
Tomatenringfleckenvirus, *Tomato Ringspot Virus, TmRSV*
Traubenwickler Bekreuzter, *Polychrosis botrana*
Traubenwickler Einbindiger, *Eupoecilla (Clysia) ambiguella*
Trichogramma evanescens
Typhlodromus pyri
Ulmensplintkäfer Großer, *Scolytus scolytus*
Ulmensterben, *Ceratocystis (Ophiostoma) ulmi*
Unkraut Baumschulen
Unkraut Brachland
Unkraut Buschbohnen
Unkraut Chinakohl
Unkraut Erbsen
Unkraut Erdbeeren
Unkraut Flachs
Unkraut Forst
Unkraut Futterrüben > Unkraut Zuckerrüben
Unkraut Gemüse allg.
Unkraut Getreide
Unkraut Getreide
Unkraut Grünland
Unkraut Gurken
Unkraut Karotten
Unkraut Kartoffel
Unkraut Kohlgemüse
Unkraut Kraut > Unkraut Kohlgewächse
Unkraut Kren
Unkraut Kümmel
Unkraut Kürbisse
Unkraut Lauch
Unkraut Lupinen
Unkraut Luzerne
Unkraut Mais
Unkraut Mohn
Unkraut Möhren > Unkraut Karotten
Unkraut Nichtkulturland
Unkraut Obstbau
Unkraut Paprika
Unkraut Pferdebohnen
Unkraut Raps
Unkraut Rotklee
Unkraut Salat
Unkraut Soja
Unkraut Sonnenblumen
Unkraut Spargel
Unkraut Spinat
Unkraut Tabak
Unkraut Tomaten
Unkraut Weinbau
Unkraut Zierpflanzenbau

Unkraut Zuckerrüben
Unkraut Zwiebel
Urinsekten, *Apterygota*
Valsakrankheit Steinobst, *Leucostoma persoonii*
Vergilbungskrankheit Rübe > Rübenvergilbungsvirus
Verticillium lecanii
Verticillium-Welke
Viren
Viroide
Viröse Wurzelbärtigkeit Rübe, *Beet Soil Borne Virus*
Vitis berlandieri
Vitis riparia
Vitis rupestris
Vogelmiere, *Stellaria media*
Vorratsschädlinge
Wanzen, *Heteroptera*
Wassermelonenvirus, *Watermelon Virus, WMV*
Wasserrübenvergilbungvirus, *Turnip Yellow Virus, TuYV*
Weichhautmilben, *Tarsonemidae*
Weichkäfer, *Cantharidae*
Weiße Fliegen, *Alyrodidae*
Weißer Amur, *Ctenopharyngodon idella*
Weißlinge, *Pieridae*
Weizengallmücke Gelbe, *Contarinia tritici*
Weizengallmücke Orangerote, *Sitodiplosis mosellana*
Wicke, *Vicia*
Wickler, *Tortricidae*
Wiesel, *Mustela*
Wiesenampfer, *Rumex obtusifolius*
Wiesenkerbel, *Anthriscus vulgaris*
Wiesenknöterich, *Polygonum bistorta*
Wildschutz
Windhalm, *Apera spica-venti*
Wolf, *Canis lupus*
Wolllaus, *Planococcus citri*
Wühlmaus, *Arvicola terrestris*
Wurzelälchen Wandernde, *Paratylenchus, Pratylenchus, Rotylenchus*
Wurzelälchen Zystenbildende, *Globodera, Heterodera spp*.
Wurzelfäule, Rote der Erdbeere, *Phytphthora fragariae*
Wurzelkropf, *Agrobacterium tumefaciens*
Wurzelmilben, *Rhizoglyphus echniopus*
Y-Virus Kartoffel
Zaunwinde, *Calystegia sepium*
Zikaden, *Cicadina*
Zottelwicke, *Vicia villosa*
Zucchinigelbmosaikvirus, *Zucchini Yellow Mosaic Virus, ZYMV*
Zweiflügler, *Diptera*
Zwergsteinbrand, Weizen, *Tilletia controversa*
Zwetschkenschildlaus, *Eulecanium corni*

9.3. Pflanzenschutzmittel - Wirkstoffe und Präparate

Wirkstoffe, Pflanzenschutzmittel	Seite
2,4-D	
2,4-DB	
2,4-DP	
Acaristop > Clofentezin	
Acorit > Hexythiazox	
Acridinbasen	
Acyalanine	
Afalon S	
Afugan > Pyrazophos	
Agil > Propaquizafop	
Agritox > Chlorpyrifos	
Akarizide synthetische	
Aktuan	

Aldicarb	
Aldrin	
Alenthion > Parathion-methyl	
Aliette > Aluminium-Fosethyl	
Ally > Metsulfuron-methyl	
Alon > Isoproturon	
Alpha-Cypermethrin	
Alsystin > Triflumuron	
Alto > Cyproconazol	
Aluminium-Fosethyl	
Aluminiumsulfat	
Ambush > Permethrin	
Amide Herbizide	
Amidosulfuron	
Amistar > Azoxystrobin	
Amitraz	
Anilino-Pyrimidine	
Antibiotika	
Antrachinon	
Antracol > Propineb	
Apollo > Clofentezin	
Applaud > Buprofezin	
Apron > Metalaxyl	
Arbinol WS	
Arcotal S	
Arikal 67 > Dicyclopentadien	
Arpan > Cypermethrin	
Arpan extra > Alpha-Cypermethrin	
Arsenal > Imazapyr	
Aryloxyphenoxypropionate	
Assert > Imazamethabenz	
Astor > Fenpropidin	
Asulam	
Asulox > Asulam	
Asystin > Vamidothion	
Atrazin	
Avadex BW > Triallate	
Aviso	
Avistop > Ziram	
Azadirachtin A	
Azocyclotin	
Azoxystrobin	
Banvel DP, Banvel M > Dicamba	
Bardos > Difenoconazol	
Basagran > Bentazone	
Basta > Glufosinate	
Basudin > Diazinon	
Baycor > Bitertanol	
Bayfidan > Triadimenol	
Bayleton >Triadimefon	
Baymat > Bitertanol	
Baytan > Triadimenol	
Baytan universal	
Baythroid > Cyfluthrin	
BCM > Benzimidazole	
Belgran	
Benalaxyl	
Benazolin	
Bendiocarb	
Benlate > Benomyl	
Benomyl	
Benozyl-Harnstoffe	
Bentazone	
Bentrol HB	
Benzimidazole	
Benzolderivate	

Benzonitrile	
Benzothiadiazole	
Betanal > Phenmedipham	
Bierextrakt	
Bikartol-Neu > Propham	
BIO 1020 > Metarhizium anisopoliae	
Biobit FC > Bacillus thuringiensis	
Bion	
Bipyridyle	
Birlane > Chlorfenvinphos	
Bitertanol	
Bladafum > Sulfotep	
Bladex > Cyanazin	
Blausäure	
Bordeaux-Brühe > Kupferkalkbrühe	
Boxer > Prosulfocarb	
Bravo > Chlorothalonil	
Brestan	
Bromofenoxim	
Bromoxynil	
Brompropylate	
Bupirimate	
Buprofezin	
Butisan S > Metazachlor	
Butisan Star	
Butylate	
Calixin > Tridemorph	
Calziumcyanid	
Calziumpolysulfide > Schwefelkalkbrühe	
Capex	
Capitan > Flusilazol	
Caprecol > Kupfernaphthenat	
Capsolane	
Capsolane > EPTC	
Captan	
Carbamate Fungizide	
Carbamate Herbizide	
Carbamate Insektizide	
Carbaryl	
Carbendazim	
Carbetamide	
Carbinole	
Carbofuran	
Carboxysäuren	
Carpovirusine	
Casoron G > Dichlobenil	
Castellan > Fluquiconazol	
CCC > Chlormequat	
Celatox-DP > 2,4-DP	
Cercobin M > Thiophanate-methyl	
Cerone > Ethephon	
Certrol BL	
CGA 245704	
Chalcoprax	
Chlodiazon	
Chloracetanilide	
Chlorbromuron	
Chlordan	
Chlorfenvinphos	
Chloriazone	
Chlorierte Kohlenwasserstoffe	
Chlormequat	
Chlorophacinone	
Chlorothalonil	
Chlorothalonil	

Chlorpropham	
Chlorpyrifos	
Chlorpyrifos-methyl	
Chlortoluron	
Chorus > Cyprodinil	
Ciluan	
Clean Kill > Permethrin	
Clofentazin	
Clomazone	
Clopyralid	
Codlemon	
Command > Clomazone	
COMPO-Gartenunkrautvernichter > Dichlobenil	
Concert	
Condor > Triflumizole	
Confidor > Imidacloprid	
Consult > Hexaflumuron	
Corbel > Fenpropimorph	
Cortilan > Chlorpyrifos	
Counter > Terbufos	
Cresopur > Benazolin	
Croneton > Ethiofencarb	
Cuomafuryl	
Curanil	
Curater > Carbofuran	
Cyanamid	
Cyanazin	
Cyclohexendienderivate	
Cycloxydim	
Cyfluthrin	
Cyhexatin	
Cyloate	
Cymbigeon > Cypermethrin	
Cymbush > Cypermethrin	
Cymoxanil	
Cypermethrin	
Cyproconazol	
Cyprodinil	
Cyprodinil	
Danitol > Fenpropathrin	
DDT	
DDVP > Dichlorphos	
Debut > Triflusulfuron	
Decarol > Carbendazim	
Decis > Deltametrin	
Delan > Dithianon	
Deltametrin	
Demeton-S-methyl	
Dendrocol > Kupfernaphthenat	
Derosal > Carbendazim	
Desmedipham	
Desmetryn	
Devrinol > Napropamid	
Diazinon	
Dicamba	
Dicarboximide	
Dichlobenil	
Dichlordiphenyltrichloräthan > DDT	
Dichlorphos	
Dichlorprop > 2,4-DP	
Diclofluanid	
Diclofop-methyl	
Dicofol	
Dicontal	
Dicopur fluid > 2,4-D	
Diclobutrazol	

Dicopur M > MCPA	
Dicopur U46 KV	
Dicuran > Chlortoluron	
Dicyclopentadien	
Dicyclopentadien	
Dieldrin	
Difenoconazol	
Diflubenzuron	
Dimefuron	
Dimethoate	
Dimilin > Diflubenzuron	
Dinitroaniline	
Dipel > Bacillus thuringiensis	
Dipterex > Trichlorfon	
Diquat	
Dirigol N > Naphthylessigsäureamid	
Discus > Kresoxim-methyl	
Dithane M 22 > Maneb	
Dithane M 45 > Mancozeb	
Dithianon	
Dithiocarbamate	
Dodecadienylacetat	
Dodecenylacetat	
Dodemorph	
Dodine	
Dorado > Pyrifenox	
DU-TER > Fentin-Hydroxid	
Dual > Metolachlor	
Dual > Metolachlor	
Duplosan KV > MCPP	
Dursban > Chlorpyrifos	
Dyfonate > Fonophos	
E 605 > Parathion	
Eisensalze	
Ekatin > Thiometon	
Ekatox > Parathion	
Elancolan > Trifluralin	
Endosulfan	
Endrin	
Epigon > Permethrin	
Epoxiconazol	
EPTC	
EPTC	
Eradicane > EPTC	
Esfenvalerate	
Ethephon	
Ethiofencarb	
Ethofumesate	
Ethoprophos	
Euparen > Diclofluanid	
Euparen M > Tolylfluanide	
Evisect > Thiocyclam	
Faneron > Bromofenoxim	
Fastac > Alpha-Cypermethrin	
Fenarimol	
Fenazaquin	
Fenazaquin	
Fenbutatin-oxid	
Fenitrothion	
Fenoxaprop	
Fenoxaprop P	

Fenoxycarb	
Fenpropathrin	
Fenpropidin	
Fenpropimorph	
Fenpyroximat	
Fentin-acetat	
Fentin-Hydroxid	
Flamprop-isopropyl	
Flocoumafen	
Fluazifop-P-buthyl	
Fluoroglycofenethyl	
Fluquinconazol	
Flurenol	
Fluroxypyr	
Flusilazol	
Flutriafol	
Focus ultra > Cycloxidim	
Folicur > Tebuconazole	
Folimat > Omethoate	
Folpet	
Folpetan > Folpet	
Fongarid > Furalaxyl	
Fonophos	
Foray > Bacillus thuringiensis	
Fosamine	
Frupica > Mepanipyrim	
Fuberidazole	
Fuclasin > Ziram	
Fungizide synthetische	
Furadan > Carbofuran	
Furalaxyl	
Furore > Fenoxaprop	
Fusilade > Fluazifop-P-buthyl	
Fusiman > Maneb	
Galben > Benalaxyl	
Gallant > Haloxyfop	
Gardoprim > Terbuthylazin	
Garlon > Triclopyr	
Garvoxim > Bendiocarb	
Gaucho > Imidacloprid	
Gervit > Flutiafol	
Gesagard > Promethryn	
Gesal	
Gesaprim > Atrazin	
Gesatop > Simazin	
Glufosinate	
Glyphosate-Trimesium	
Goal 2E > Oxyfluorfen	
Goltix > Metamitron	
Graminon forte	
Gramoxon > Paraquat	
Guazatine	
Gyphosate	
Halmfest 400 > Chlormequat	
Haloxyfop	
Harmony > Thifensulfuron-methyl	
Harmony extra	
Harnstoffderivate	
HCB	
HCH	
Hedapur DP > 2,4-DP	
Hedonal MCPP forte > MCPP	

Heptachlor	
Heptenophos	
Herbizide synthetische	
Hexachlorbenzol > HCB	
Hexachlorcyclohexan > HCH	
Hexaflumuron	
Hexazinone	
Hexythiazox	
Hoestar > Amidosulfuron	
Hostaquick > Heptenophos	
Hydroxybenzonitrile	
Hymexazol	
Igran > Terbutryn	
Igrater	
Illoxan > Diclofop-methyl	
Imazalil	
Imazamethabenz	
Imazapyr	
Imidacloprid > Nitroguanidine	
Imidan > Phosmet	
Imidazole	
Imidazolinone	
Insegar > Fenoxycarb	
Insektizide, synthetische	
Ioxynil	
Iprodion	
Isofenphos	
Isoproturon	
Isoxazole	
Karate > Lambda-Cyhalothrin	
Kelevan	
Kelthane > Dicofol	
Kemifam > Phenmedipham	
Kerb > Propyzamid	
Kilval > Vamidothion	
Kiron > Fenpyroximat	
Kleie	
Korit > Ziram	
Krenite > Fosamine	
Kresoxim-methyl	
Kupfer-Fusilan	
Kupferhydroxid > Kupfermittel	
Kupferkalkbrühe	
Kupfermittel	
Kupfernaphthenat	
Kupferoxychlorid > Kupfermittel	
Kupfersulfat > Kupfermittel	
Lambda-Cyhalothrin	
Lannate > Methomyl	
Lanray L	
Lenacil	
Lentagran > Pyridate	
Lentagran Duo	
Lepid > Chlorophacinone	
Lido SC	
Lindan	
Linoprax	
Linuron	
Lontrel > Clopyralid	
Lufenuron	
Luxan Gro Stop	
Magister > Fenazaquin	
Mais-Banvel > Dicamba	

Malathin > Malathion	
Malathion	
Maloran > Chlorbromuron	
Mancozeb	
Mancur	
Maneb	
Match > Lufenuron	
MCPA	
MCPB	
MCPP	
Mecoprop > MCPP	
Mediben > Dicamba	
Meltatox > Dodemorph	
Menschenhaar	
Mepanipyrim	
Mepiquat	
Mesurol > Methiocarb	
Metalaxyl	
Metamitron	
Metasystox > Demeton-S-methyl	
Metasystox R > Oxydemeton-methyl	
Metazachlor	
Methaldehyd	
Methamidaphos	
Methiocarb	
Methomyl	
Methylbromid	
METI-Gruppe	
Metiram	
Metobromuron	
Metolachlor	
Metribuzin	
Metsulfuron-methyl	
Mevinphos	
Mimic > Tebufenzoid	
Mineralöle	
Mitac > Amitraz	
ML 50 > Linuron	
Mocap > Ethoprophos	
Monocrotaphos	
Monolinuron	
Morkit > Antrachinon	
Morpholine	
Mudekan	
Myclobutanil	
Naphthylessigsäure	
Naphthylessigsäureamid	
Napropamid	
Natriumchlorat	
Neoron > Brompropylate	
Netzschwefel > Schwefelmittel	
Nicosulfuron	
Nikotin	
Nimrod > Bupirimate	
Nitroguanidine	
Nomolt > Teflubenzuron	
Notron > Ethofumesate	
Novit > Dodine	
Novodor > Bacillus thuringiensis	
Nustar > Flusilazol	
Nuvan > Dichlorphos	
Octave > Prochloraz	
Oftanol > Isofenphos	
Oleum foeniculi	
Omethoate	

Omite > Propargite	
Opus > Epoxiconazol	
Orbencarb	
Organophosphorherbizide	
Organozinnverbindungen Akarizide	
Organozinnverbindungen Fungizide	
Ortho-Phaltan > Folpet	
Orthocid > Captan	
Oxadixyl	
Oxazalodinon	
Oxydemeton-methyl	
Oxyfluorfen	
Oxytril	
Panoctin > Guazatine	
Paraffinöle	
Paraquat	
Parathion-methyl	
Parathoin	
Pardner > Bromoxynil	
Patoran > Metobromuron	
Penconazole	
Pendimethalin	
Penncap M > Parathion-methyl	
Perfekthion > Dimethoate	
Permethrin	
Phenmedipham	
Phenoxyfettsäuren	
Phenoxypropionate	
Phenylamide > Acylalanine	
Phenylharnstoffe	
Pheromonpräparate	
Pheroprax	
Phosdrin > Mevinphos	
Phosmet	
Phosphit > Phosphorige Säure	
Phosphorester Fungizide	
Phosphorige Säure	
Phosphorinsektizide	
Phosphorwasserstoff	
Phthalimide	
Picloram	
Picloram	
Piperidine	
Pirimicarb	
Pirimor > Pirimicarb	
Polyram > Metiram	
Pomarsol > Thiram	
Pomuran	
Pradone Combi	
Prefix C > Dichlobenil	
Previcur N > Propamocarb	
Primsulfuron	
Prochloraz	
Procymidon	
Promethryn	
Propamocarb	
Propaquizafop	
Propargite	
Propham	
Propiconazole	
Propineb	
Propoxur	
Propyzamide	
Prosulfocarb	
Prothane > Myclobutanil	
Provin > Chlorothalonil	

Puma super > Fenoxaprop P	
Pyidine	
Pyramin > Chlodiazon	
Pyrazophos	
Pyrethroide	
Pyrethrum	
Pyridate	
Pyridine	
Pyrifenox	
Pyrimethanil	
Pyrimidine	
Pyrrolidone	
Quassia	
Quecksilbermittel	
Quinmerac	
Quizalofop-ethyl	
R 25.788	
Racer >Pyrrolidone	
RAK 1 > Dodecenylacetat	
RAK 2	
RAK 3 > Codlemon	
Rapsöl	
Ravin > Carbaryl	
Rebell	
Reglone > Diquat	
Reldan > Chlorpyrifos-methyl	
Rhodax	
Rhodofix > Naphthylessigsäure	
Ridomil > Metalaxyl	
Rimsulfuron	
Ripcord > Cypermethrin	
Rizolex > Tolclofos-methyl	
Ro-Neet > Cycloate	
Rogor > Dimethoate	
Rondo M	
Ronilan > Vinclozolin	
Rotenon	
Roundup > Glyphosate	
Rovral > Iprodion	
Rubigan > Fenarimol	
Sachalin-Staudenknöterichextrakt	
Sacrust	
Samba > Fenpyroximat	
Sandofan > Oxadixyl	
Satis	
Scala > Pyrimethanil	
Schmierseifen	
Schwabex	
Schwefelkalkbrühe	
Schwefelmittel	
Scillirosid	
Sedalox > Sethoxydim	
Seedoxin > Bendiocarb	
Semeron > Desmetryn	
Sencor > Metribuzin	
Sethoxydim	
Sevin > Carbaryl	
Silmurin-Köder > Scillirosid	
Simazin	
SL 950 > Nicosulfuron	
Sojaextrakt	
Solfac > Cyfluthrin	
Sporgon > Prochloraz	

Sportak > Prochloraz	
Stabilan > Chlormequat	
Starane > Fluroxypyr	
Stomp > Pendimethalin	
Storm > Flocoumafen	
Streptomycin	
Strobilurine	
Sufonylharnstoffe	
Sulfamide	
Sulfotep	
Sumi-Alpha > Esfenvalerate	
Sumisclex > Procymidon	
Super Barnon > Flamprop-isopropyl	
Super Monalox > Sethoxydim	
Surpass > Vernolate	
Sutan > Butylate	
Systane > Myclobutanil	
Tachigaren > Hymexazol	
Talmion > Rapsöl	
Tamaron > Metamidaphos	
Targa > Quizalofop-ethyl	
TCB	
Tebuconazole	
Tebufenpyrad	
Tebufenzoid	
Tedion > Tetradifon	
Teflubenzuron	
Tell > Primsulfuron	
Temik > Aldicarb	
Terbufos	
Terbuthylazin	
Terbutryn	
Terpal	
Tetradifon	
Thifensulfuron-methyl	
Thiocarbamate Herbizide	
Thiocyclam	
Thiodan > Endosulfan	
Thiolcarbamate	
Thiometon	
Thiophanate-methyl	
Thiram	
Tilt > Propiconazole	
Titus > Rimsulfuron	
Tolclofos-methyl	
Tolkan > Isoproturon	
Tolylfluanide	
Topas > Penconazole	
Topogard	
Tordon 22 K> Picloram	
Torque > Fenbutatin-oxid	
Totril > Ioxynil	
Touchdown > Glyphosate-Trimesium	
Tramat > Ethofumesate	
Triadimefon	
Triadimenol	
Triallate	
Triasulfuron	
Triazin-dion	
Triazine	
Triazinone	
Triazole	
Tribenuron-methyl	
Trichlorfon	
Triclopyr	
Triflumuron	

Tridemorph	
Triflumizole	
Trifluralin	
Triflusulfuron	
Trimanoc neu > Maneb	
Trio	
Triphenyl-stannane	
Tropotox > MCPB	
Unden > Propoxur	
Vamidothion	
Vapona > Dichlorphos	
Velpar > Hexazinone	
Venzar > Lenazil	
Vernolate	
Vertalec > Verticillium lecanii	
Vigil > Diclobutrazol	
Vinclozolin	
Warfarin	
Wuchsstoffherbizide	
Zenar > Tebufenpyrad	
Zenit M > Fenpropidin	
Zineb	
Ziram	
Zucker	

9.4 Risikosätze (R-Sätze) und Sicherheitsratschläge (S-Sätze)

Risikosätze (R-Sätze) und Sicherheitsratschläge (S-Sätze), die als Kennzeichnungselemente bei den im Amtlichen Pflanzenschutzmittelverzeichnis 1997 aufgelisteten Pflanzenschutzmitteln vorzufinden sind:

Risikosätze (R-Sätze)

R 9 Explosionsgefahr bei Mischung mit brennbaren Stoffen!
R 10 Entzündlich!
R 11 Leichtentzündlich!
R 12 Hochentzündlich!
R 15 Reagiert mit Wasser unter Bildung leicht entzündlicher Gase!
R 20 Gesundheitsschädlich beim Einatmen!
R21 Gesundheitsschädlich bei der Berührung mit der Haut!
R 22 Gesundheitsschädlich beim Verschlucken!
R 23 Giftig beim Einatmen!
R 24 Giftig bei Berührung mit der Haut!
R 25 Giftig beim Verschlucken!
R 26 Sehr giftig beim Einatmen!
R 28 Sehr giftig beim Verschlucken!
R 29 Entwickelt bei Berührung mit Wasser giftige Gase!
R 32 Entwickelt bei Berührung mit Säure sehr giftige Gase!
R 33 Gefahr kumulativer Wirkungen!
R 34 Verursacht Verätzungen!
R 36 Reizt Augen!
R 37 Reizt Atmungsorgane!
R 38 Reizt die Haut!
R 39 Ernste Gefahr irreversiblen Schadens!
R 40 Irreversibler Schaden möglich!
R 41 Gefahr ernster Augenschäden!
R 43 Sensibilisierung durch Hautkontakt möglich!
R 44 Explosionsgefahr bei Erhitzen unter Einschluss!
R 47 Kann Missbildungen verursachen!
R 48 Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition!

Kombinierte R-Sätze

R 15/29 Reagiert mit Wasser unter Bildung giftiger und leicht-entzündlicher Gase!
R 20/21 Gesundheitsschädlich beim Einatmen und bei Berührung mit der Haut!
R 20/22 Gesundheitsschädlich beim Einatmen und Verschlucken!
R 21/22 Gesundheitsschädlich bei Berührung mit der Haut und beim Verschlucken!
R 20/21/22 Gesundheitsschädlich beim Einatmen, Verschlucken und Berührung mit der Haut!
R 23/24 Giftig beim Einatmen und bei Berührung mit der Haut!
R 23/25 Giftig beim Einatmen und Verschlucken!
R 23/24/25 Giftig beim Einatmen, Verschlucken und Berührung mit der Haut!
R 24/25 Giftig bei Berührung mit der Haut und Verschlucken!
R 26/28 Sehr giftig beim Einatmen und Verschlucken!
R 26/27/28 Sehr giftig beim Einatmen, Verschlucken und Berührung mit der Haut!
R 36/37 Reizt die Augen und die Atmungsorgane!
R 36/37/38 Reizt die Augen, Atmungsorgane und die Haut!
R 36/38 Reizt die Augen und die Haut!
R 37/38 Reizt die Atmungsorgane und die Haut!
R 40/22 Gesundheitsschädlich: Möglichkeit irreversiblen Schadens durch Verschlucken!
R 42/43 Sensibilisierung durch Einatmen und Hautkontakt möglich!

Zusätzliche Hinweise auf besondere Gefahren (R-Sätze)*

R*49 Vorsicht, Pflanzenschutzmittel!
R*50/1 Sehr giftig für Fische!
R*50/2 Sehr giftig für Fischnährorganismen!
R*50/3 Sehr giftig für Grünalgen!
R*50/4 Sehr giftig für Wasserpflanzen!
R*51/1 Giftig für Fische!
R*51/2 Giftig für Fischnährorganismen!
R*51/3 Giftig für Grünalgen!
R*52/1 Schädlich für Fische!
R*52/2 Schädlich für Fischnährorganismen!
R*52/3 Schädlich für Nützlinge!
R*54 Langzeiteffekte im Ökosystem ... möglich!
R*56 Mindergefährlich für Bienen!

Sicherheitsratschläge (S-Sätze)

S 1	Unter Verschluss aufbewahren!
S 2	Darf nicht in die Hände von Kindern gelangen!
S 3	Kühl aufbewahren!
S 4	Von Wohnplätzen fernhalten!
S 7	Behälter dicht geschlossen halten!
S 8	Behälter trocken halten!
S 9	Behälter an einem gut gelüfteten Ort aufbewahren!
S 13	Von Nahrungsmitteln, Getränken und Futtermitteln fernhalten!
S 14	Von ... fernhalten! *(Inkompatible Substanzen vom Hersteller anzugeben)*
S 16	Von Zündquellen fernhalten - Nicht rauchen!
S 17	Von brennbaren Stoffen fernhalten!
S 18	Behälter mit Vorsicht öffnen und handhaben!
S 20	Bei der Arbeit nicht essen und trinken!
S 21	Bei der Arbeit nicht rauchen!
S 22	Staub nicht einatmen!
S 23	Gas/Rauch/Dampf/Aerosol nicht einatmen! *(Geeignete Bezeichnung(en) vom Hersteller anzugeben!)*
S 24	Berührung mit der Haut vermeiden!
S 25	Berührung mit den Augen vermeiden!
S 26	Bei Berührung mit den Augen gründlich mit Wasser abspülen und Arzt konsultieren!
S 27	Beschmutzte, getränkte Kleidung sofort ausziehen!
S 28	Bei Berührung mit der Haut sofort abwaschen mit viel ... ! *(Vom Hersteller anzugeben!)*
S 29	Nicht in die Kanalisation gelangen lassen!
S 30	Niemals Wasser hinzugießen!
S 33	Maßnahmen gegen elektrostatische Aufladung treffen
S 34	Schlag und Reibung vermeiden!
S 35	Abfälle und Behälter müssen in gesicherter Weise beseitigt werden!
S 36	Bei der Arbeit geeignete Schutzkleidung tragen!
S 37	Geeignete Schutzhandschuhe tragen!
S 38	Bei unzureichender Belüftung Atemschutzgerät anlegen!
S 39	Schutzbrille/ Gesichtsmaske tragen!
S 41	Explosions- und Brandgase nicht einatmen!
S 42	Beim Räuchern/Versprühen geeignetes Atemschutzgerät anlegen! *(Geeignete Bezeichnung(en) vom Hersteller anzugeben!)*
S 43	Zum Löschen ... *(vom Hersteller anzugeben)* verwenden! *(Wenn Wasser die Gefahr erhöht, anfügen:* kein Wasser verwenden!*)*
S 44	Bei Unwohlsein ärztlichen Rat einholen! *(Wenn möglich, dieses Etikett vorzeigen!)*
S 45	Bei Unfall oder Unwohlsein sofort Arzt zuziehen! *(Wenn möglich, dieses Etikett vorzeigen!)*
S 46	Bei Verschlucken sofort ärztlichen Rat einholen und Verpackung oder Etikett vorzeigen!
S 47	Nicht bei Temperaturen über ... °C aufbewahren! *(Vom Hersteller anzugeben!)*
S 49	Nur im Originalbehälter aufbewahren!
S 51	Nur in gut belüfteten Bereichen anwenden!
S 52	Nicht großflächig für Wohn- und Aufenthaltsräume zu verwenden!
S 53a	Von Frauen im gebärfähigen Alter nicht verwenden!

Kombinierte S-Sätze

S 1/2	Unter Verschluss und für Kinder unzugänglich aufbewahren!
S 3/7/9	Behälter dicht geschlossen halten und an einem kühlen, gut belüfteten Ort aufbewahren!
S 3/9	Behälter an einem kühlen, gut belüfteten Ort aufbewahren!
S 3/9/49	Nur im Originalbehälter an einem kühlen, gut belüfteten Ort, entfernt von ... aufbewahren! *(Die Stoffe, mit denen der Kontakt vermieden werden muss, sind vom Hersteller anzugeben!)*
S 7/8	Behälter trocken und dicht geschlossen halten!
S 7/9	Behälter dicht geschlossen an einen gut belüfteten Ort aufbewahren!
S 20/21	Bei der Arbeit nicht essen, trinken, rauchen!
S 24/25	Berührung mit den Augen und der Haut vermeiden!
S 36/37	Bei der Arbeit geeignete Schutzhandschuhe und Schutzkleidung tragen!
S 36/39	Bei der Arbeit geeignete Schutzkleidung und Schutzbrille/Gesichtsschutz tragen!
S 36/37/39	Bei der Arbeit geeignete Schutzkleidung, Schutzhandschuhe und Schutzbrille/Gesichtsschutz tragen!

Zusätzliche Sicherheitsratschläge (S-Sätze):

S*54	Für Kinder und Haustiere unerreichbar aufbewahren!
S*58	Unbefugte Personen und Kinder sowie Tiere von behandelten Flächen fernhalten!
S*60	Köderrückstände entfernen und schadlos beseitigen!
S*78	Nicht gegen den Wind spritzen/sprühen/stäuben!
S*79	Spritz-/Sprühnebel/Stäubewolken nicht einatmen!
S*80	Beim Umgang mit dem Mittel geeignete Arbeitskleidung tragen!
S*81	Zur Vermeidung jedes gesundheitlichen Risikos keine Anwendung/Ausbringung des Mittels durch besonders schutzbedürftige Personengruppen (z.B. Schwangere, Mütter während der Stillzeit)!
S*82	Bei der Ausbringung des Mittels Abdrift der Spritz-/Sprühnebel/ Stäubewolken auf Menschen/Tiere/Nachbarkulturen/Gewässer vermeiden!
S*92	Blühende Kulturen nicht spritzen/sprühen/stäuben!
S*93	Mittel und dessen Restmengen sowie entleerte Behälter nicht in Gewässer und nicht in die Kanalisation gelangen lassen!
S*96	Zur Verwendung von Pflanzenschutzmitteln herangezogene Arbeitsgeräte und Behälter niemals für andere Zwecke (z.B. nicht zur Aufbewahrung oder zum Abwiegen von Lebensmitteln) verwenden!
S*97	Schutzkleidung/Arbeitsgeräte nach jeder Verwendung gründlich reinigen!
S*98	Waschflüssigkeit nicht in Oberflächengewässer gelangen lassen!
S*99	Mittel nicht in unmittelbarer Nähe (5-10 Meter) von Oberflächengewässern anwenden!
S*100	Mittel nicht auf stärker geneigten Flächen anwenden, von denen die Gefahr einer Abschwemmung in Oberflächengewässer - insbesondere durch Bewässerung oder Regen - gegeben ist!
S*101	Mittel nicht im engeren Einzugsbereich von Trinkwassergewinnungsanlagen (Quellen, Brunnen, Talsperren usw.) anwenden, auch dann nicht, wenn dieses Gebiet nicht als Wasserschutzgebiet ausgewiesen ist!
S*105	Keine Abgabe des Mittels durch den Erwerber an andere Personen. Anwendung nur durch den sachkundigen Erwerber selbst oder - unter seiner Verantwortung - durch verlässliche, von ihm über die Gefährlichkeit und sachgemäße Handhabung des Mittels unterrichtete Arbeitskräfte!
S*106	Originalverpackungen oder entleerte Behälter nicht zu anderen Zwecken verwenden!

Kombinierte S-Sätze*

S*67/69	Beim Umgang mit dem unverdünnten Mittel geeignete Schutzhandschuhe und Schutzbrille/Gesichtsschutz tragen!
S*67/68/69	Beim Umgang mit dem unverdünnten Mittel geeignete Schutzkleidung, Schutzhandschuhe und Schutzbrille/Gesichtsschutz tragen!
S*67/68/69/70	Beim Umgang mit dem unverdünnten Mittel geeignete Schutzkleidung, Schutzhandschuhe und Schutzbrille/Gesichtsschutz tragen und Atemschutzgerät anlegen!
S*71/72/73/74/75	Bei der Ausbringung des Mittels geeignete Schutzkleidung, Schutzhandschuhe und Schutzbrille/Gesichtsschutz tragen sowie Atemschutzgerät anlegen oder Traktor mit geschlossener Kabine verwenden!
S*93/106	Originalverpackungen oder entleerte Behälter nicht zu anderen Zwecken verwenden und ebenso wie Mittel und Restmengen nicht in Gewässer und nicht in die Kanalisation gelangen lassen!
S*94/106	Originalverpackungen oder entleerte Behälter nicht zu anderen Zwecken verwenden und ebenso wie Mittel und Restmengen nicht in Gewässer und nicht in die Kanalisation gelangen lassen, sondern schadlos beseitigen oder dem Abgeber zurückgeben!