



Rheinland-Pfalz

Dienstleistungszentrum
Ländlicher Raum
Rheinland-Pfalz

Sachkunde im Pflanzenschutz

Weinbau



Impressum

Lehrgangsbegleitheft Sachkunde im Pflanzenschutz Weinbau

Herausgegeben durch:

Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum Rheinpfalz (DLR)
Institut für Phytomedizin
Breitenweg 71
67435 Neustadt an der Weinstraße

Redaktion:

Siegfried Reiners

Autoren:

Dr. Bernd Altmayer

Dr. Joachim Eder

Dr. Josef Eichhorn

Beate Fader

Ursula Hetterling

Dr. Claudia Huth

Daniela Kameke

Dr. Andreas Kortekamp

Roland Ipach

Dr. Ulrike Ipach

Hans-Peter Lipps

Siegfried Reiners

Jan Schiller

Dr. Karl-Josef Schirra

Joachim Schmidt

Dr. Christine Tisch

Dr. Ruth Walter

Dr. Patrick Winterhagen

13. überarbeitete Auflage, Stand Oktober 2024

Abbildung Deckblatt: „Heuwurm“ des Bekreuzten Traubenwicklers am Geschein

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
Abbildungsverzeichnis	6
Tabellenverzeichnis	10
1 Rechtsgrundlagen des Pflanzenschutzes	11
1.1 Wichtige Regelungen der Europäischen Union zum Pflanzenschutz	11
1.1.1 Verordnung (EG) Nr. 1107/2009 (Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln)	14
1.1.2 Richtlinie 2009/128/EG (Pflanzenschutz-Rahmenrichtlinie)	14
1.1.3 Verordnung (EG) Nr. 1185/2009 über Statistiken zu Pestiziden	14
1.1.4 Richtlinie 2009/127/EG betreffend Maschinen zur Ausbringung von Pestiziden	14
1.2 Nationale Regelungen zum Pflanzenschutz	15
1.2.1 Pflanzenschutzgesetz	15
1.2.2 Rechtsverordnungen, Grundsätze, Programme zum Pflanzenschutz	19
1.2.3 Lebensmittelrechtliche Bestimmungen	24
1.2.4 Wasser- und gewässerrechtliche Bestimmungen	25
1.2.5 Naturschutzrechtliche Bestimmungen	26
2 Integrierter Pflanzenschutz.....	27
2.1 Grundlagen und Bedeutung des integrierten Pflanzenschutzes	27
2.2 Maßnahmen im integrierten Pflanzenschutz	27
2.2.1 Gezielter Einsatz von Pflanzenschutzmitteln.....	27
2.2.2 Biologische und biotechnische Verfahren	28
2.2.3 Anbau- und kulturtechnische Maßnahmen (Weinbau).....	28
3 Pflanzenschutz im ökologischen Weinbau.....	42
3.1 Grundlagen und Richtlinien	42
3.2 Umstellung.....	42
3.3 Grundlagen.....	42
3.4 Pflanzenschutz- und Pflanzenstärkungsmittel.....	43
4 Krankheiten und Schädlinge	45
4.1 Pilzkrankheiten.....	45
4.1.1 Allgemeines.....	45
4.1.2 Peronospora (<i>Plasmopara viticola</i> , Falscher Mehltau)	49
4.1.3 Oidium (<i>Erysiphe necator</i> , <i>Oidium tuckeri</i> , Echter Mehltau, Äscherich)	53
4.1.4 Botrytis (<i>Botrytis cinerea</i> , Grauschimmel).....	56
4.1.5 Phomopsis (<i>Phomopsis viticola</i>)	58
4.1.6 Roter Brenner (<i>Pseudopezicula tracheiphila</i>)	61

4.1.7	Schwarzfäule (<i>Guignardia bidwellii</i> , syn. <i>Phyllosticta ampellicida</i>).....	62
4.1.8	Esca	63
4.2	Schädlinge	68
4.2.1	Spinnmilben	68
4.2.2	Gallmilben	71
4.2.3	Traubenwickler	73
4.2.4	Springwurmwickler (<i>Sparganothis pilleriana</i>)	79
4.2.5	Rhombenspanner (<i>Peribatodes rhomboidaria</i> , Kreppelwurm)	80
4.2.6	Reblaus (<i>Dactulosphæra vitifoliae</i>)	81
4.2.7	Grüne Rebzikade (<i>Empoasca vitis</i>).....	83
4.2.8	Kirschessigfliege (<i>Drosophila suzukii</i>)	85
4.2.9	Nematoden (Fadenwürmer, Älchen)	87
4.3	Vogelabwehr	88
4.4	Viruskrankheiten (Virosen)	90
4.4.1	Allgemeines.....	90
4.4.2	Wichtige Viruskrankheiten der Reben	90
4.4.3	Bekämpfung	92
4.5	Bakterienkrankheiten (Bakteriosen).....	92
4.5.1	Mauke	92
4.5.2	Vergilbungskrankheiten der Rebe	93
5	Chemische Unkrautbekämpfung.....	96
5.1	Bodenherbizide (Vorauflaufmittel).....	96
5.2	Blattherbizide.....	98
5.2.1	Kontaktherbizide („Abbrenner“).....	98
5.2.2	Systemisch wirkende Herbizide	98
5.3	Schäden an Reben.....	98
6	Nützlinge.....	100
6.1	Der Weinberg als Ökosystem.....	100
6.2	Einteilung der Nützlinge im Tierreich	100
6.2.1	Räuber und Parasitoide.....	100
6.2.2	Schutz- und Säuberungsräuber.....	101
6.3	Die Raubmilbe - der wichtigste Nützlichling im Weinbau	102
6.4	Förderung weiterer Nützlinge.....	104
6.5	Kurzbeschreibung weiterer wichtiger Nützlinge des Weinbaus.....	105
6.5.1	Räuber.....	105
6.5.2	Parasitische Nützlinge (Parasitoide)	108
7	Pflanzenschutzmittel	111

7.1	Definition Pflanzenschutzmittel, Pflanzenstärkungsmittel, Biozid.....	111
7.2	Rechtliche Regelungen.....	112
7.2.1	Zulassung von Pflanzenschutzmitteln.....	112
7.2.2	Lückenindikation.....	114
7.2.3	Kennzeichnung von Pflanzenschutzmitteln.....	115
7.3	Unterteilung von Pflanzenschutzmitteln.....	118
7.3.1	Pflanzenschutzmittelgruppen, geordnet nach Zielorganismen.....	118
7.3.2	Pflanzenschutzmittelformulierungen.....	118
7.4	Wirkung von Pflanzenschutzmitteln.....	120
7.4.1	Allgemeines.....	120
7.4.2	Wirkungsweise von Fungiziden.....	120
7.4.3	Wirkungsweise von Insektiziden.....	121
7.4.4	Auswirkungen auf Raubmilben.....	121
7.5	Pflanzenschutzmittel und die Umwelt.....	122
7.5.1	Mögliche Probleme beim Einsatz von Pflanzenschutzmitteln.....	122
7.5.2	Verbleib der Pflanzenschutzmittel.....	123
7.6	Anwendung von Pflanzenschutzmitteln.....	124
7.6.1	Maßnahmen zum Schutz der Umwelt und des Verbrauchers.....	124
7.6.2	Maßnahmen zur Abdriftvermeidung.....	124
7.7	Umgang mit Pflanzenschutzmitteln.....	125
7.7.1	Einkauf von Pflanzenschutzmitteln.....	125
7.7.2	Aufbewahrung von Pflanzenschutzmitteln.....	126
7.7.3	Abverkaufs- und Aufbrauchfristen.....	126
7.7.4	Beseitigung von Pflanzenschutzmittelresten und -behältnissen.....	127
7.7.5	Gerätereinigung.....	128
8	Anwenderschutz.....	130
8.1	Maßnahmen zum Schutz des Anwenders.....	130
8.1.1	Arbeitskleidung.....	131
8.1.2	Spezifische Schutzkleidung Pflanzenschutz.....	131
8.1.3	Ärmelschürze.....	133
8.1.4	Schutzhandschuhe.....	133
8.1.5	Fußschutz.....	134
8.1.6	Schutzbrille.....	135
8.1.7	Atemschutz.....	135
8.2	Schutz von Arbeitern bei Nachfolgearbeiten.....	137
8.3	Verhalten bei Vergiftungsunfällen.....	137
9	Pflanzenschutz-Technik.....	139
9.1	Gesetzliche Bestimmungen für Pflanzenschutzgeräte.....	139

9.2	Grundlagen der Applikationstechnik	141
9.2.1	Zielfläche	141
9.2.2	Verfahren zur Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln	141
9.2.3	Arten der Tropfenbildung	142
9.2.4	Bedeutung der Tropfengröße	143
9.3	Technik von Pflanzenschutzgeräten	144
9.3.1	Gebläsebauarten.....	144
9.3.2	Pumpen	146
9.3.3	Brühebehälter und deren Befüllung	147
9.3.4	Filter	147
9.3.5	Einstellarmaturen (Druckarmaturen)	148
9.3.6	Düsen	148
9.3.7	Verlustmindernde Geräte	151
9.4	Sachgerechte Einstellung und Handhabung von Sprühgeräten	152
9.4.1	Standard Axialgebläse	153
9.4.2	Axialgebläse mit Luftleitsystem, Tangentialgebläse, Diffusor-Radialgebläse	154
9.4.3	Fächer-Radialgebläse	155
9.5	Pflanzenschutzgerätekontrolle	157
9.6	Hubschrauberspritzung.....	157
9.7	Technik der chemischen Unkrautbekämpfung.....	159
10	Berechnungen	161
10.1	Berechnungen beim Rebschutz	161
10.2	Berechnungen bei der Unkrautbekämpfung	167
11	Quellenverzeichnis	170
12	Anhang	172
12.1	Phänologische Entwicklungsstadien der Rebe	172
12.2	Einstellung eines Sprühgeräts.....	175
12.3	Fachwörter- und Abkürzungsverzeichnis.....	177

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Muster Sachkundenachweis Vorder- und Rückseite (DLR Rheinland, Inst. f. Phyt.)	17
Abbildung 2: Humus ein Fließgleichgewicht (DLR Rheinland, Inst. f. Wb/Oe)	38
Abbildung 3: Blattsymptome der Peronospora: „Ölflecken“ auf der Blattoberseite (links) und Pilzrasen (Ausbruch) auf der Blattunterseite (rechts), (DLR Rheinland, Inst. f. Phyt.).....	50
Abbildung 4: Peronosporabefall am Geschein (links), Traube mit „Lederbeeren“ (rechts), (DLR Rheinland, Inst. f. Phyt.).....	50
Abbildung 5: Inkubationszeitkurve der Rebenperonospora (DLR Rheinland, Inst. f. Phyt.)	52
Abbildung 6: Junger Trieb mit Oidiumbefall (Zeigertrieb, links), „Oidium-Figuren“ am einjährigen Holz, rechts gesunder Trieb (Abbildung rechts), (DLR Rheinland, Inst. f. Phyt.).....	54
Abbildung 7: Traube mit starkem Oidiumbefall (links), „Samenbruch“ (rechts), (DLR Rheinland, Inst. f. Phyt.).....	54
Abbildung 8: Holzbefall durch Botrytis, zu erkennen an dem aufgehellten Holz (links) und einer Sporenbildung (rechts), (DLR Rheinland, Inst. f. Phyt.).....	56
Abbildung 9: Gescheinsbotrytis (links), durch Botrytis infiziertes Blütenköppchen (Mitte), Traubenbotrytis (rechts), (DLR Rheinland, Inst. f. Phyt.)	57
Abbildung 10: Weiße Aufhellung der Rinde durch Phomopsisbefall (links), schiffchenförmige Aufreißungen am grünen Trieb (Mitte), Nekrosen mit hellem Hof an Blättern (rechts), (DLR Rheinland, Inst. f. Phyt.)	59
Abbildung 11: Blattsymptome des Roten Brenners, scharfe Abgrenzung der befallenen Gewebeteile, (DLR Rheinland, Inst. f. Phyt.)	61
Abbildung 12: Schadbild Schwarzfäule, links Blattbefall mit Pyknidien, rechts Traubenbefall, (DLR Rheinland, Inst. f. Phyt.).....	63
Abbildung 13: Schadbild Esca am Laub, (DLR Rheinland, Inst. f. Phyt.)	64
Abbildung 14: „Black Measles“ an grünen Beeren (links), Rebholz mit Weißfäule (rechts), (DLR Rheinland, Inst. f. Phyt.).....	64
Abbildung 15: Eutypiose: besenartiger Kümmerwuchs (links, Mitte); quergeschnittener Rebstock mit Pilzmyzel, (DLR Rheinland, Inst. f. Phyt.).....	65
Abbildung 16: Grünfäule (<i>Penicillium</i>) an Trauben (DLR Rheinland, Inst. f. Phyt.)	66
Abbildung 17: Essigfäule an Trauben (DLR Rheinland, Inst. f. Phyt.)	67
Abbildung 18: Knospe mit Wintereiern der Obstbaumspinnmilbe (links), erwachsene Obstbaumspinnmilbe (Mitte), Schäden am Trieb durch Obstbaumspinnmilben (rechts), (DLR Rheinland, Inst. f. Phyt.)	69
Abbildung 19: Erwachsene Bohnenmilbe mit Eiern (links), durch Bohnenmilben verursachter Triebschaden (rechtes Bild), (DLR Rheinland, Inst. f. Phyt.)	69
Abbildung 20: Typisches Schadbild („Pocken“) der Blattgallmilbe an der Rebe (links). Befallssymptome Blattoberseite (links) und Blattunterseite (rechts), (DLR Rheinland, Inst. f. Phyt.)	71
Abbildung 21: Kräuselmilbenbefall provoziert am Trieb häufig das Austreiben der Beiaugen („Besenwuchs“, links); charakteristischer Kräuselmilbenschaden in einer jungen Rebanlage (rechts), (DLR Rheinland, Inst. f. Phyt.)	72
Abbildung 22: Falter des Einbindigen (links) und des Bekreuzten Traubenwicklers (rechts), (DLR Rheinland, Inst. f. Phyt.).....	73

Abbildung 23: Einbindiger Traubenwickler - Ei mit typischen orangefarbenen Flecken (links), Larve mit schwarzer Kopfkapsel (rechts), (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)	74
Abbildung 24: „Heuwurm“ des Bekreuzten Traubenwicklers am Geschein (links), Ei im Schwarzkopfstadium (rechts), (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)	74
Abbildung 25: Pheromonfalle für Männchen des Einbindigen Traubenwicklers (links), austauschbarer Leimboden einer Pheromonfalle (rechts), (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)	75
Abbildung 26: Pheromondispenser sollten im Bereich der abgehenden Boglebe befestigt werden (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)	77
Abbildung 27: Vom Sauerwurm angebohrte Beeren (links), Sauerwurmschaden an Traube (rechts), (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)	78
Abbildung 28: Geöffnete Rebknospe mit einer Junglarve des Springwurmwicklers (links). Falter des Springwurmwicklers: die Weibchen zeigen in der Regel keine auffallende Flügelzeichnung (Mitte) im Vergleich zu den Männchen (rechts), (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)	80
Abbildung 29: Verspinnene Triebspitzen sind ein sicherer Hinweis auf Larven des Springwurmwicklers (links); Gelege des Springwurmwicklers auf der Blattoberseite (rechts), (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)	80
Abbildung 30: Larven des Rhombenspanners können die gesamte Knospe ausfressen (links); Rhombenspannerlarve perfekt getarnt am Rebholz (Mitte), Falter (rechts), (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)	81
Abbildung 31: Geöffnete Blattgalle mit erwachsener Reblaus und Eiern (links), durch Wurzelrebläuse verursachte Saugschäden („Nodositäten“) an einer SO4-Unterlage (rechts), (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)	82
Abbildung 32: Saugschäden der Grünen Rebzikade, weiße Rebsorten: befallene Blattbereiche hellen sich auf (links), rote Rebsorten reagieren mit einer auffallenden Rotverfärbung des Blattgewebes (rechts), (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)	84
Abbildung 33: Ei der Kirschessigfliege mit den aus der Beere herausragenden typischen Atemanhängen (links), Köderfalle mit Rezept der Köderflüssigkeit (rechts), (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)	85
Abbildung 34: <i>Xiphinema spec.</i> , Kopf mit Mundstachel, (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)	87
Abbildung 35: Blattdeformationen, Reisigkrankheit an Chardonnay (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)	91
Abbildung 36: Sonderformen der Reisigkrankheit, links und Mitte: Infektiöse Panaschüre; rechts: Kernerkrankheit (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)	91
Abbildung 37: Spätburgunder, Blattrollkrankheit (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)	92
Abbildung 38: durch <i>Allorhizobium (Agrobacterium) vitis</i> verursachte Tumore an der Stammbasis und an der Stammmitte von Ertragsreben sowie an Pflanzrebe (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)	93
Abbildung 39: Symptome der Schwarzholzkrankheit -> Chardonnay Blattvergilbung (links), Lemberger, Blattverfärbung (rechts), (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)	94
Abbildung 40: Raubmilben auf typischer Fundstelle auf Blattunterseite (links), Raubmilbe saugt Bohnenspinmilbe aus (rechts), (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)	102
Abbildung 41: links - Typischer Spinnenkörper mit 4 Paaren Beine (1), Kopfbruststück (2) und Hinterleib (3) (Kaldari, 2009); Wolfsspinne (Mitte), Wespenspinne (rechts), (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)	105
Abbildung 42: Weberknecht (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)	106
Abbildung 43: Florfliege (links) und Florfliegenlarve (rechts), (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)	107

Abbildung 44: Marienkäferlarve (links), Puppe (Mitte), ausgewachsener Käfer (rechts), (DLR Rheinland, Inst. f. Phyt.).....	107
Abbildung 45: Laufkäfer (links), Hundertfüßer (rechts), (DLR Rheinland, Inst. f. Phyt.)	108
Abbildung 46: Feuerwanze (links) und räuberische Wanze (rechts), (DLR Rheinland, Inst. f. Phyt.)	108
Abbildung 47: Erzwespen (links) sind häufig metallisch gefärbt. Durch die Erzwespe Trichogramma parasitiertes Traubenwicklerei (rechts), (DLR Rheinland, Inst. f. Phyt.)	109
Abbildung 48: Echte Schlupfwespe (links). Rechts: rundes Ausflughoch einer Echten Schlupfwespe aus einer Springwurmpuppe (oben), darunter eine Puppenhülle des Springwurmwicklers, aus der ein Falter geschlüpft ist, (DLR Rheinland, Inst. f. Phyt.)	109
Abbildung 49: Raupenfliege (links), rechts Puppe der Raupenfliege neben ihrem Wirt, einer Puppe des Springwurmwicklers, (DLR Rheinland, Inst. f. Phyt.).....	110
Abbildung 50: Zonen für die gemeinsame Zulassung von Pflanzenschutzmitteln in der EU (Industrieverband Agrar e.V.)	113
Abbildung 51: Beteiligte Behörden bei der Zulassung von Pflanzenschutzmitteln, (DLR Rheinland, Inst. f. Phyt.).....	114
Abbildung 52: Kennzeichnung von in Deutschland zugelassenen Pflanzenschutzmitteln (BVL)	116
Abbildung 53: Piktogramme nach GHS (Amtsblatt der Europäischen Union, 2011)	118
Abbildung 54: Mögliche Formulierungen von Pflanzenschutzmitteln (DLR Rheinland, Inst. f. Phyt.)	119
Abbildung 55: Mögliche Bestandteile eines Pflanzenschutzmittels (DLR Rheinland, Inst. f. Phyt.)	119
Abbildung 56: Kennzeichnung nach ISO 27065 (BVL, 2019)	132
Abbildung 57: Schutzkleidung Pflanzenschutz (BVL, 2019).....	132
Abbildung 58: Kennzeichnung nach EN 14605.....	132
Abbildung 59: Piktogramme nach ISO 18889 (Erlenmeyerkolben mit Blatt - Schutz gegen Pflanzenschutzmittel), (BVL, Quelle SVLFG)	134
Abbildung 60: Piktogramme nach EN 374-1 (Erlenmeyerkolben – Schutz gegen chemische Risiken), (BVL 2020)	134
Abbildung 61: Piktogramm nach EN 388 (Hammersymbol – Schutz gegen mechanische Risiken), (BVL, 2020)	134
Abbildung 62: filtrierende Halbmaske, Halbmaske (ohne Filter) und Atemschutzhelm (DLR Rheinland, Inst. f. Phyt.).....	136
Abbildung 63: Schematischer Aufbau eines Sprühgerätes (KTBL)	144
Abbildung 64: Aufbau und Funktion verschiedener Gebläsebauarten (Müller 2019; Neuzeichnung Ulmer-Verlag).....	145
Abbildung 65: Spritzbild Hohlkegeldüse (Lechler, 2022)	148
Abbildung 66: symmetrische Flachstrahldüsen (links), asymmetrische Flachstrahldüse (OC-Düse, rechts) (Lechler, 2022)	149
Abbildung 67: Düsenverband Flachstrahldüsen (links), Düsenverband Hohlkegel-(Rundstrahl-)düsen (rechts), (Lechler, 2022).....	149
Abbildung 68: Schrägstrahl-Injektordüse (Lechler, 2020).....	150
Abbildung 69: Standard Axialgebläse, (Bäcker, 2009).....	153

Abbildung 70: Axialgebläse mit Luftleitsystem (links), Tangentialgebläse (Mitte), Diffusor-Radialgebläse (rechts) (Bäcker, 2009).....	154
Abbildung 71: Fächer-Radialgebläse (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)	156
Abbildung 72: Handgeführtes Spritzrohr mit Momentabstellventil, Druckreduzierventil und Manometer (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)	160
Abbildung 73: Effektiv zu behandelnde Laubwandfläche bei unterschiedlichen Reihenbreiten (Neckerauer, 2019)	163
Abbildung 74: Effektiv zu behandelnde Laubwandfläche bei unterschiedlichen Erziehungsformen (Bauer 2015, beschriftet DLR)	164
Abbildung 75: Effektiv zu behandelnde Laubwandfläche bei unterschiedlichen Behandlungshöhen (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.).....	164
Abbildung 76: Spritzbandhöhe analog zur Laubwandfläche (Neckerauer, 2019).....	165
Abbildung 77: Parameter zur Berechnung der Laubwandfläche (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)	166
Abbildung 78: Phänologische Entwicklungsstadien der Rebe nach dem BBCH-Code (Meier 2018)	174

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Wichtige rechtliche Regelungen mit direktem Bezug zum Pflanzenschutz (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)	12
Tabelle 2: Wichtige rechtliche Regelungen mit Bedeutung für den Pflanzenschutz (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.).....	13
Tabelle 3: Unterlagsreben für verschiedene Standorte (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)	29
Tabelle 4: Maßnahmen zur Förderung einer lockeren Traubenstruktur (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.) ...	30
Tabelle 5: Nährstoffbedarf und -entzug von Reben in kg/ha (Müller, 2019).....	30
Tabelle 6: Nährstoffgehalte organischer Düngemittel für den Weinbau (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Wb/Oe).....	34
Tabelle 7: Nährstoffgehaltsklassen (Versorgungsstufen) von Weinbergsböden (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Wb/Oe).....	36
Tabelle 8: Nährstoffbemessung (Düngung) nach Bodenanalysen (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Wb/Oe)	37
Tabelle 9: C:N-Verhältnisse ausgewählter Begrünungspflanzen (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Wb/Oe)	40
Tabelle 10: Wirtschaftliche Schadensschwellen im Weinbau (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)	68
Tabelle 11: Maßnahmen zur prophylaktischen Bekämpfung der Kirschessigfliege (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.).....	86
Tabelle 12: Merkmale häufig im Weinbau vorkommender Unkräuter (Müller, 2019).....	97
Tabelle 13: Übersicht über die Nützlinge im Weinbau und deren Beutetiere am Rebstock (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)	104
Tabelle 14: möglicher Ersatz persönlicher Schutzausrüstung (PSA) durch Fahrerkabinen (BVL, 2020) ...	136
Tabelle 15: Bedeutung der Tropfengröße bei der Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.).....	143
Tabelle 16: Mittelaufwand (kg bzw. L/ha) und empfohlener Wasseraufwand (L/ha) in Abhängigkeit vom Entwicklungsstand der Reben (gültig für Direktzulagen), (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)....	162
Tabelle 17: Codierung und Beschreibung wichtiger Entwicklungsstadien nach der erweiterten BBCH-Skala (Lorenz, 1994).....	172

1 Rechtsgrundlagen des Pflanzenschutzes

Der Pflanzenschutz im Weinbau wird ebenso wie in anderen Kulturen durch zahlreiche rechtliche Bestimmungen geregelt. Neben Gesetzen, Verordnungen und Grundsätzen, die sich unmittelbar auf den Pflanzenschutz beziehen (Tabelle 1), gibt es außerdem eine Vielzahl von Regelungen mit primär anderen Zielsetzungen, die aber zum Teil direkt oder indirekt auch pflanzenschutzrechtlich von Bedeutung sind (Tabelle 2).

Die meisten gesetzlichen Regelungen zum Pflanzenschutz basieren mittlerweile auf Verordnungen und Richtlinien der Europäischen Gemeinschaft. Die entsprechende nationale Gesetzgebung dient häufig nur noch zur Umsetzung oder Ergänzung von EU-Vorschriften.

Die Durchführung von Pflanzenschutzmaßnahmen erfordert immer auch ein hohes Maß an Eigenverantwortung. Dies betrifft z. B. die Auswahl geeigneter Mittel und Verfahren ebenso wie deren gezielte Anwendung und die Einhaltung der Wartezeiten. Die dazu notwendigen Kenntnisse setzen eine entsprechende Ausbildung sowie laufende Fortbildung voraus. In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, dass bei der Anwendung eines Pflanzenschutzmittels immer auch die dazugehörige Gebrauchsanweisung zu beachten ist.

1.1 Wichtige Regelungen der Europäischen Union zum Pflanzenschutz

Seit dem 14. Juni 2011 bildet die **Verordnung (EG) Nr. 1107/2009** über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln die Grundlage für das Pflanzenschutzrecht innerhalb der Europäischen Union. Mit dieser Verordnung wurden die bis dahin geltenden Richtlinien 91/414/EWG und 79/117/EWG abgelöst.

Auf der Basis der früheren Richtlinie 91/414/EWG und der Verordnung (EG) Nr. 1107/2009 wurden außerdem eine Reihe weiterer Verordnungen und Richtlinien erlassen, die der Durchführung der verschiedenen Maßnahmen dienen. Die Verordnung über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln (Verordnung (EG) Nr. 1107/2009) sowie andere EU-Verordnungen müssen nicht mehr in nationales Recht umgesetzt werden, sondern sind mit dem Inkrafttreten in allen Mitgliedsstaaten unmittelbar geltendes Recht.

Trotzdem sind über das EU-Recht hinaus Regelungen zum Inverkehrbringen und zur Anwendung von Pflanzenschutzmitteln auf nationaler Ebene zu treffen, was in Deutschland mit der Neufassung des Pflanzenschutzgesetzes und den dazu erforderlichen Verordnungen (z. B. die neue Sachkunde-Verordnung vom 27.06.13) zwischenzeitlich erfolgt ist.

Tabelle 1: Wichtige rechtliche Regelungen mit direktem Bezug zum Pflanzenschutz (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)

Rechtsakte, Grundsätze	Abkürzung	Stand:
Verordnung (EU) über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln	Verordnung (EG) Nr. 1107/2009	21.10.2009
Verordnung (EU) über Statistiken zu Pestiziden	Verordnung (EG) Nr. 1185/2009	25.11.2009
Verordnung (EU) zur Durchführung der Verordnung (EG) Nr. 1107/2009 hinsichtlich der Kennzeichnungsanforderungen für Pflanzenschutzmittel	Verordnung (EG) Nr. 547/2011	08.06.2011
Richtlinie über einen Aktionsrahmen der Gemeinschaft für die nachhaltige Verwendung von Pestiziden (Pflanzenschutz-Rahmenrichtlinie)	Richtlinie 2009/128/EG	21.10.2009
Richtlinie betreffend Maschinen zur Ausbringung von Pestiziden	Richtlinie 2009/127/EG	21.10.2009
Gesetz zum Schutz der Kulturpflanzen (Pflanzenschutzgesetz)	PfSchG vom 06.02.2013	20.12.2022
Gute fachliche Praxis im Pflanzenschutz - Grundsätze für die Durchführung		21.05.2010
Verordnung über Zulassungs- und Genehmigungsverfahren für Pflanzenschutzmittel (Pflanzenschutzmittelverordnung)	PfSchMV	15.01.2013
Verordnung über Pflanzenschutzgeräte (Pflanzenschutzgeräteverordnung)	PfSchGerätV	30.04.2019
Verordnung über Anwendungsverbote für Pflanzenschutzmittel (Pflanzenschutz-Anwendungsverordnung)	PfSchAnwV	08.09.2021
Pflanzenschutz-Sachkundeverordnung	PfSchSachkV	31.08.2015
Pflanzenschutz-Kontrollprogramm		Febr. 2011
Verordnung über die Anwendung bienengefährlicher Pflanzenschutzmittel (Bienenschutzverordnung)	BienSchV	06.07.2013
Nationaler Aktionsplan zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln	NAP	10.04.2013
Landesverordnung über die Kontrollstellen zur Prüfung von Pflanzenschutzgeräten (Pflanzenschutz-Kontrollverordnung, Rheinland-Pfalz)		11.08.2009

Tabelle 2: Wichtige rechtliche Regelungen mit Bedeutung für den Pflanzenschutz (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)

Gesetz, Rechtsverordnung, Grundsatz	Abkürzung	Stand:
Bundes-Bodenschutzgesetz	BBodSchG	27.09.2017
Bundesnaturschutzgesetz	BnatSchG	04.03.2020
Chemikaliengesetz	ChemG	18.07.2017
Konditionalität gemäß Verordnung (EU) 2021/2015		18.03.2024
Öko-Verordnung (EU) Nr. 2018/848	VO (EU) 2018/848	01.01.2022
Europäische Wasserrahmenrichtlinie, Richtlinie 2000/60/EG	EU-WRRL	22.12.2000
Gefahrstoffverordnung	GefStoffV	05.04.2017
Gesetz zur nachhaltigen Entwicklung von Natur und Landschaft (Landesnaturschutzgesetz Rheinland-Pfalz)	LNatSchG	21.12.2016
Lebensmittel- Bedarfsgegenstände und Futtermittelgesetzbuch	LFGB	26.11.2019
Rückstands-Höchstmengenverordnung	RHmV	19.03.2010
Trinkwasser-Verordnung	TrinkwV 2001	20.12.2019
Verordnung (EG) Nr. 396/2005 über Höchstgehalte an Pestizidrückständen in oder auf Lebens- und Futtermitteln pflanzlichen und tierischen Ursprungs	EG Nr. 396/2005	12.02.2020
Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen	EG Nr. 1272/2008	01.01.2020
Wasser-Haushaltsgesetz	WHG	24.02.2012

1.1.1 Verordnung (EG) Nr. 1107/2009 (Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln)

Mit der seit dem 14. Juni 2011 anzuwendenden EU-Verordnung über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln wurden vor allem die Anforderungen an die Prüfung und Zulassung bzw. Genehmigung von Pflanzenschutzmitteln und Pflanzenschutzmittelwirkstoffen innerhalb der Europäischen Union einheitlich geregelt. Weitere Regelungen der Verordnung betreffen z. B. die Aufzeichnungspflicht, Überwachung und Kontrollen sowie den Parallelhandel mit Pflanzenschutzmitteln.

Zentrale Elemente der Verordnung sind die Festlegung einheitlicher Bewertungsgrundsätze z. B. für Wirkstoffe, die gegenseitige Anerkennung von Pflanzenschutzmittelzulassungen innerhalb festgelegter Zonen (Norden, Mitte, Süden) sowie die Erhöhung des Schutzniveaus für Verbraucher, Anwender und die Umwelt.

1.1.2 Richtlinie 2009/128/EG (Pflanzenschutz-Rahmenrichtlinie)

Mit der Richtlinie 2009/128/EG über einen Aktionsrahmen der Gemeinschaft für die nachhaltige Verwendung von Pestiziden vom 21.10.2009 werden die Mitgliedstaaten verpflichtet, nationale Aktionspläne zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln zu erlassen. Darin sollen *„quantitative Vorgaben, Ziele, Maßnahmen und Zeitpläne zur Verringerung der Risiken und Auswirkungen der Verwendung von Pestiziden auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt festgelegt werden“* und die *„Entwicklung und Einführung des integrierten Pflanzenschutzes sowie alternativer Methoden oder Verfahren gefördert werden, um die Abhängigkeit von der Verwendung von Pestiziden zu verringern.“* Dies beinhaltet auch zum Beispiel Maßnahmen zur Fort- und Weiterbildung von Anwendern, Vertreibern und Beratern (Sachkunde) oder zur Kontrolle von Spritzgeräten. Die Allgemeinen Grundsätze des integrierten Pflanzenschutzes sind ab 2014 anzuwenden. Die Bestimmungen der Richtlinie wurden mit dem neuen Pflanzenschutzgesetz in nationales Recht umgesetzt.

1.1.3 Verordnung (EG) Nr. 1185/2009 über Statistiken zu Pestiziden

Die Verordnung (EG) Nr. 1185/2009 vom 25. November 2009 verpflichtet die die Mitgliedstaaten, Daten über den Absatz und die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln zu erheben und an die Europäische Kommission zu übermitteln.

1.1.4 Richtlinie 2009/127/EG betreffend Maschinen zur Ausbringung von Pestiziden

Diese Richtlinie vom 21.10.2009 schreibt für neue Pflanzenschutzgeräte bestimmte europäische Normen vor. Die Geräte müssen künftig mit den CE-Kennzeichen versehen sein.

1.2 Nationale Regelungen zum Pflanzenschutz

1.2.1 Pflanzenschutzgesetz

Gesetzliche Grundlage des Pflanzenschutzes ist in Deutschland das Pflanzenschutzgesetz (PflSchG) in der Neufassung vom 06. Februar 2012. Die Umsetzung zahlreicher EU-Richtlinien sowie die Anpassung an verschiedene EU-Verordnungen machte eine grundlegende Novellierung des Gesetzes notwendig. Auch auf nationaler Ebene mussten neue Regelungen getroffen werden wie etwa bezüglich der Zuständigkeiten der nationalen Behörden im zonalen Zulassungsverfahren oder bei Überwachungs- und Kontrollmaßnahmen. Einzelheiten der Pflanzenschutzgesetzgebung sind in verschiedenen Verordnungen festgelegt, die jedoch teilweise noch an die neuen rechtlichen Bedingungen angepasst werden müssen.

1.2.1.1 Zweck des Pflanzenschutzgesetzes

Der Zweck des Gesetzes ist in § 1 formuliert, wobei für den Pflanzenschutz im Wein- und Obstbau insbesondere die Absätze 1 und 3 von Bedeutung sind.

Zweck dieses Gesetzes ist,

1. Pflanzen, insbesondere Kulturpflanzen, vor Schadorganismen und nichtparasitären Beeinträchtigungen zu schützen,
2. Pflanzenerzeugnisse vor Schadorganismen zu schützen,
3. Gefahren, die durch die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln oder durch andere Maßnahmen des Pflanzenschutzes, insbesondere für die Gesundheit von Mensch und Tier und für den Naturhaushalt, entstehen können, abzuwenden oder ihnen vorzubeugen,
4. Rechtsakte der Europäischen Gemeinschaft oder der Europäischen Union im Anwendungsbereich im Bereich des Pflanzenschutzrechts durchzuführen.

Das Gesetz stellt damit die Notwendigkeit von Pflanzenschutzmaßnahmen einerseits fest, schränkt aber andererseits ihre Anwendbarkeit dann ein, wenn Gefahren „für die Gesundheit von Mensch und Tier und für den Naturhaushalt“ auftreten können. Neu ist, dass durch entsprechend vorsorgende Maßnahmen diesen Gefahren bereits vorbeugend zu begegnen ist.

In den weiteren Abschnitten des Gesetzes werden u. a. Anforderungen an die Anwender, Händler und Hersteller von Pflanzenschutzmitteln, an das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln, an die Durchführung von Pflanzenschutzmaßnahmen sowie an die Pflanzenschutzgeräte gestellt.

1.2.1.2 Durchführung von Pflanzenschutzmaßnahmen

Zur Durchführung von Pflanzenschutzmaßnahmen ist in § 3 Abs. 1 des Gesetzes festgelegt, dass Pflanzenschutz nur nach **guter fachlicher Praxis** durchgeführt werden darf. Die Grundsätze der

guten fachlichen Praxis im Pflanzenschutz sind in einer vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) herausgegebenen Broschüre aufgeführt. Im Gesetzestext besonders aufgeführt ist „*die Einhaltung der allgemeinen Grundsätze des integrierten Pflanzenschutzes des Anhangs III der Richtlinie 2009/128/EG ...*“. Neu aufgenommen in das Gesetz wurde die Verpflichtung der Bundesregierung zur Aufstellung eines Aktionsplanes zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln gemäß der Richtlinie 2009/128/EG sowie dessen Überprüfung mindestens alle fünf Jahre (§ 4).

1.2.1.3 Sachkunde im Pflanzenschutz

Die Sachkunde im Pflanzenschutz wurde mit dem neuen am 14. Februar 2012 in Kraft getretenem neuen Pflanzenschutzgesetz im § 9 neu geregelt. Seit dem 07. Juli 2013 ist die neue Pflanzenschutz-Sachkundeverordnung gültig.

Anforderungen

Eine Person darf, wenn sie über einen von der zuständigen Behörde ausgestellten Sachkundenachweis verfügt

- Pflanzenschutzmittel anwenden,
- über den Pflanzenschutz beraten,
- Personen, die Pflanzenschutzmittel im Rahmen eines Ausbildungsverhältnisses oder einer Hilfstätigkeit anwenden, anleiten oder beaufsichtigen,
- Pflanzenschutzmittel gewerbsmäßig in Verkehr bringen oder
- Pflanzenschutzmittel über das Internet auch außerhalb gewerbsmäßiger Tätigkeiten in Verkehr bringen.

Eine Person darf ohne Sachkundenachweis

- Pflanzenschutzmittel anwenden, die im Haus- und Kleingartenbereich zugelassen sind,
- einfache Hilfstätigkeiten unter Aufsicht und Verantwortung eines Sachkundigen ausüben,
- Pflanzenschutzmittel im Rahmen eines Ausbildungsverhältnisses unter Anleitung einer sachkundigen Person anwenden oder
- Pflanzenschutzmittel zur Wildschadensverhütung anwenden.

Anerkannte Abschlüsse für den Erhalt eines Sachkundenachweises sind:

- LandwirtIn, ForstwirtIn, GärtnerIn, WinzerIn, Landwirtschaftliche(r) LaborantIn, SchädlingsbekämpferIn, PflanzentechnologIn, FloristIn (Abschluss ab 28. Februar 1997)

- Studienabschluss zusammen mit einer Bescheinigung der Hochschule, dass die vorgeschriebenen Inhalte der Sachkundeverordnung zum Thema Pflanzenschutz Gegenstand der Ausbildung und Prüfung waren
- Erfolgreich abgeschlossene Sachkundeprüfung im Pflanzenschutz

Es sind auch Anerkennungen von Befähigungsnachweisen aus anderen EU-Mitgliedsstaaten möglich, wenn die für die Tätigkeit nötigen Deutschkenntnisse vorhanden sind.

Sind die Abschlüsse älter als drei Jahre, wird eine aktuelle Bescheinigung eine anerkannten Fort- und Weiterbildung benötigt.

Mit den oben genannten Abschlüssen kann der Sachkundenachweis für die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln inklusive Beratung ausgestellt werden. Für die Abgabe (Verkauf) von Pflanzenschutzmitteln muss eine gesonderte Prüfung abgelegt werden. Nur Floristen erhalten einen Sachkundenachweis nur für die Abgabe.

Beantragung Sachkundenachweis

Der Sachkundenachweis kann unter <https://pflanzenschutz-skn.de> beantragt werden, die Gebühren betragen 30,00 €, mit ausländischem Zeugnis 40,00 €.

Fort- und Weiterbildung

Jeder Sachkundige ist verpflichtet, ab dem auf dem Sachkundenachweis vermerkten „Beginn erster Fortbildungszeitraum“ alle drei Jahre eine anerkannte Fort- und Weiterbildung im Pflanzenschutz zu besuchen. Die Gebühr für eine Teilnahmebescheinigung beträgt 10,00 €.



Abbildung 1: Muster Sachkundenachweis Vorder- und Rückseite (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)

1.2.1.4 Aufzeichnungspflicht

Neu geregelt wurden in § 11 auch die Aufzeichnungs- und Informationspflichten gemäß Artikel 67 der Verordnung (EG) 1107/2009. Hersteller, Lieferanten, Händler, Im- und Exporteure von

Pflanzenschutzmitteln müssen demnach über mindestens 5 Jahre Aufzeichnungen über die Pflanzenschutzmittel führen, die sie herstellen, einführen, ausführen, lagern oder in Verkehr bringen. Berufliche Anwender von Pflanzenschutzmitteln müssen über mindestens drei Jahre Folgendes aufzeichnen:

- Bezeichnung des Pflanzenschutzmittels
- Zeitpunkt der Verwendung
- verwendete Menge
- behandelte Fläche
- behandelte Kultur

1.2.1.5 Anwendung von Pflanzenschutzmitteln

In Abschnitt 4 des Pflanzenschutzgesetzes ist die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln umfassend geregelt. In § 12 Abs. 1 heißt es dazu: „*Pflanzenschutzmittel dürfen einzeln oder gemischt mit anderen nur angewandt werden, wenn sie zugelassen sind, die Zulassung nicht ruht und nur*

1. *in den in der Zulassung festgesetzten, jeweils gültigen **Anwendungsgebieten,***
2. *entsprechend den in der Zulassung festgesetzten, jeweils gültigen **Anwendungsbestimmungen.***

Eine wesentliche Ergänzung gegenüber dem früheren Gesetzestext ist das ausdrückliche Verbot einer Pflanzenschutzmittel-Anwendung auf befestigten Freilandflächen. Auch auf sonstigen Freilandflächen, die nicht landwirtschaftlich, forstwirtschaftlich oder gärtnerisch genutzt werden, ist eine Anwendung von Pflanzenschutzmitteln unzulässig. Ausnahmen können in besonderen Fällen auf Antrag von der zuständigen Behörde genehmigt werden.

Grundsätzlich dürfen Pflanzenschutzmittel nicht angewandt werden, wenn damit zu rechnen ist, dass die Anwendung schädliche Auswirkungen zum Beispiel auf die Gesundheit von Mensch und Tier, den Naturhaushalt oder das Grundwasser hat (§ 13).

Für Flächen, die für die Allgemeinheit bestimmt sind, sind zusätzlich zu den Vorschriften des § 12 noch weitere Regelungen getroffen worden (§ 17). Auf solchen Flächen (z. B. öffentliche Parks, öffentlich zugängliche Grünanlagen und Sportplätze, Schul- und Kindergartengelände etc.) dürfen nur Pflanzenschutzmittel mit geringem Risiko (nach Artikel 47 der Verordnung (EG) Nr. 1107/2009) eingesetzt werden, die in einem Zulassungsverfahren vom Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) für diesen Zweck als geeignet geprüft und genehmigt wurden. Das BVL veröffentlicht die Liste der geeigneten Pflanzenschutzmittel unter:

https://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Downloads/04_Pflanzenschutzmittel/Flaechen_Allgemeinheit.html?nn=11030704

Auch für die Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln mit Luftfahrzeugen (§ 18), die nur in Ausnahmefällen und mit besonderer Genehmigung erlaubt ist, hat das BVL eine Liste geprüfter und genehmigter Pflanzenschutzmittel erstellt.

https://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Downloads/04_Pflanzenschutzmittel/00_fachmeldungen/2015_Antragstellerkonferenz/BVL_Luftfahrzeuge_2015.html

1.2.1.6 Zulassungsverfahren, Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln

Da die Zulassung von Pflanzenschutzmitteln mit der Verordnung (EG) Nr. 1107/2009 unmittelbar geregelt ist, werden im Pflanzenschutzgesetz nur noch national ergänzende Festlegungen getroffen. In § 33 werden die Zuständigkeiten und Aufgaben des Bundesamtes für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit als der nationalen Zulassungsstelle im Rahmen des europäischen Zulassungsverfahrens detailliert festgelegt. Die drei auch bisher schon in das nationale Zulassungsverfahren eingebundenen Bundesbehörden - das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR), das Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen (Julius-Kühn-Institut, JKI) und das Umweltbundesamt (UBA) sind gemäß § 34 auch künftig als Bewertungsbehörden beteiligt. Ergänzend zu den Bestimmungen der Verordnung (EG) Nr. 1107/2009 kann das BVL in der Zulassung auch weitergehende Bestimmungen zum Beispiel zum Schutz vor schädlichen Auswirkungen, zur Art der Verpackung oder zur Eignung von Pflanzenschutzmitteln für besondere Anwendungen treffen (§ 36).

1.2.2 Rechtsverordnungen, Grundsätze, Programme zum Pflanzenschutz

1.2.2.1 Gute fachliche Praxis im Pflanzenschutz

Nach § 3 Abs. 1 des Pflanzenschutzgesetzes darf Pflanzenschutz nur nach guter fachlicher Praxis durchgeführt werden. Die Grundsätze für ihre Durchführung werden vom Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft unter Beteiligung der Länder nach dem jeweiligen Erkenntnis- und Erfahrungsstand erstellt und im Einvernehmen mit dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit veröffentlicht. Sie werden auf der Grundlage neuer Erkenntnisse und Verfahren laufend weiterentwickelt und ergänzen die rechtlichen Regelungen des Pflanzenschutzgesetzes und der dazu erlassenen Verordnungen.

Die Grundsätze der guten fachlichen Praxis selbst sind nicht bußgeldbewehrt. Sie bilden aber einen Standard, der von Behörden und Gerichten zur Beurteilung darüber herangezogen werden kann, ob durchgeführte Pflanzenschutzmaßnahmen der guten fachlichen Praxis entsprochen haben.

1.2.2.2 Pflanzenschutzmittelverordnung, Pflanzenschutzgeräteverordnung

Die (alte) Verordnung über Pflanzenschutzmittel und Pflanzenschutzgeräte (PflSchMGV) wurde im Januar 2013 in zwei getrennte Verordnungen aufgeteilt: die Verordnung über Zulassungs- und

Genehmigungsverfahren für Pflanzenschutzmittel (Pflanzenschutzmittelverordnung, PflSchMV) und die Verordnung über Pflanzenschutzgeräte (Pflanzenschutzgeräteverordnung, PflSchGerätV). Die beiden Verordnungen befassen sich ergänzend zu den Rechtsakten der Europäischen Union und dem Pflanzenschutzgesetz mit Regelungen für die Zulassung und Genehmigung von Pflanzenschutzmitteln beziehungsweise mit den Anforderungen an Pflanzenschutzgeräte. Die bereits länger bestehende Kontrollpflicht für Feldspritzgeräte gilt nun auch für alle Spritz- und Sprühgeräte mit denen im Wein-, Garten- und Hopfenanbau Pflanzenschutzmittel ausgebracht werden. Auch Herbizidspritzgeräte und Schlauchspritzanlagen sind kontrollpflichtig. Ausgenommen sind nur Pflanzenschutzgeräte, die von einer Person getragen werden können. Kontrollen von Pflanzenschutzgeräten werden von amtlich anerkannten Kontrollwerkstätten durchgeführt. In Rheinland-Pfalz regelt dies die Landesverordnung über die Kontrollstellen zur Prüfung von Pflanzenschutzgeräten (Pflanzenschutz-Kontrollverordnung).

1.2.2.3 Pflanzenschutz-Anwendungsverordnung

Die Verordnung über Anwendungsverbote für Pflanzenschutzmittel bietet die rechtliche Möglichkeit, die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln unter bestimmten Voraussetzungen einzuschränken oder vollständig zu verbieten. Die Paragraphen der Verordnung nehmen Bezug auf die Anlagen 1 bis 4, in denen diejenigen Stoffe aufgeführt sind, die unter die formulierten Regelungen fallen.

In der neuen Fassung der Pflanzenschutzanwendungsverordnung vom 08.09.2021 dürfen in Naturschutzgebieten und Gebieten mit vergleichbarem Status keine glyphosathaltigen Mittel, keine Herbizide und keine Insektizide mit der Einstufung B1, B2 und B3 oder der Beauftragung NN410 angewendet werden. In Wasserschutzgebieten ist auch der Einsatz glyphosathaltiger Mittel untersagt. In allen anderen Gebieten ist die Anwendung glyphosathaltiger Präparate nur mit Begründung zulässig. Zudem werden die Gewässerabstände geregelt (siehe 1.2.4).

1.2.2.4 Bienenschutzverordnung

Zweck der Verordnung über die Anwendung bienengefährlicher Pflanzenschutzmittel (Bienenschutzverordnung) ist es, Bienen vor einer Gefährdung durch Pflanzenschutzmittel zu schützen. Bereits im Zulassungsverfahren werden Pflanzenschutzmittel auf ihre Bienengefährlichkeit geprüft und einer von insgesamt vier Gefährdungsklassen zugeordnet bzw. mit entsprechenden Kennzeichnungen versehen:

- B1: bienengefährlich (NB6611). Diese Mittel darf nicht auf blühende oder von Bienen beflogene Pflanzen ausgebracht werden; dies gilt auch für Unkräuter.
- B2: bienengefährlich außer bei Anwendung nach Ende des täglichen Bienenflugs bis 23:00 Uhr (NB6621)

- B3: Bienen werden nicht gefährdet aufgrund der durch die Zulassung festgelegten Anwendungen des Mittels (NB663)
- B4: nicht bienengefährlich (NB664, NB6641)

In Klammern angegeben ist die entsprechende Kennzeichnung im Pflanzenschutzmittelverzeichnis des BVL. Dort kann der genaue Wortlaut der jeweiligen Auflagen nachgelesen werden.

Tankmischungen

Tankmischungen bienenungefährlicher Pyrethroide oder Neonicotinoide mit bestimmten Fungiziden können bienengefährlicher sein als die Anwendungen der einzelnen Mittel. Deshalb schreibt das BVL für diese Mittel in der Regel eine der folgenden Sicherheitsmaßnahmen vor:

- Das Mittel darf an blühenden Pflanzen und an Pflanzen, die von Bienen befliegen werden, nicht in Mischung mit Fungiziden aus der Gruppe der Ergosterol-Biosynthese-Hemmer angewendet werden. Mischungen des Mittels mit Ergosterol-Biosynthese-Hemmern müssen so angewendet werden, dass blühende Pflanzen nicht mitgetroffen werden (NB6612).
- Das Mittel darf an blühenden Pflanzen und an Pflanzen, die von Bienen befliegen werden, nicht in Mischung mit Fungiziden aus der Gruppe der Ergosterol-Biosynthese-Hemmer angewendet werden, es sei denn, die Anwendung dieser Mischung an blühenden Pflanzen und an Pflanzen, die von Bienen befliegen werden, ist ausweislich der Gebrauchsanleitung des Fungizids erlaubt (NB6613).
- Das Mittel darf in Mischung mit Fungiziden aus der Gruppe der Ergosterol-Biosynthese-Hemmer an blühenden Pflanzen und an Pflanzen, die von Bienen befliegen werden, nur abends nach dem täglichen Bienenflug bis 23.00 Uhr angewendet werden (NB6623).

Saatgut und Granulatformulierungen

Durch Anwendungsbestimmungen und Auflagen wird festgesetzt, dass das behandelte Saatgut durch ein geeignetes Beizverfahren staubfrei und abriebfest ist und dass die Behandlung mit einem in der Pflanzenschutzgeräteleiste eingetragenen Beizgerät erfolgt.

Weitere Bestimmungen der Bienenschutzverordnung sind:

- bienengefährliche Mittel dürfen nicht an blühenden Pflanzen und anderen Pflanzen, wenn sie von Bienen befliegen werden, angewandt werden. Im Wein- und Obstbau gilt diese Einschränkung nicht nur für die Reb- oder Obstblüte selbst, sondern für alle blühenden Pflanzen in der Reb- oder Obstanlage (z. B. Begrünungspflanzen, Unkräuter).

- Zu Bienenständen muss bei Anwendung bienengefährlicher Mittel ohne die Zustimmung des Imkers während des täglichen Bienenflugs ein Abstand von mindestens 60 m eingehalten werden.
- Bienengefährliche Mittel müssen so gehandhabt, aufbewahrt oder beseitigt werden, dass Bienen nicht damit in Berührung kommen.

1.2.2.5 Auflage NN410 zum Schutz von Bestäuberinsekten

Einige Pflanzenschutzmittel sind mit der Auflage NN410 gekennzeichnet. Das heißt, dass das Präparat als schädigend für Bestäuberinsekten eingestuft ist. Anwendungen des Mittels in die Blüte sollten vermieden werden oder insbesondere zum Schutz von Wildbienen in den Abendstunden erfolgen. Das betrifft nur Präparate, die als nicht bienengefährlich eingestuft sind, denn bienengefährliche Präparate dürften ohnehin nicht in die Blüte gespritzt werden.

1.2.2.6 Nationaler Aktionsplan zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln (NAP)

Mit § 4 des Pflanzenschutzgesetzes wurde die Verpflichtung gemäß Artikel 4 Absatz 1 der Richtlinie 2009/128/EG zur Aufstellung eines nationalen Aktionsplans zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln (Nationaler Aktionsplan) in nationales Recht umgesetzt. Der nationale Aktionsplan stellt eine Weiterentwicklung des so genannten Reduktionsprogramms von 2004 dar.

Ziel: Reduktion der durch Anwendung von Pflanzenschutzmitteln (PSM) entstehenden Risiken

(<https://www.nap-pflanzenschutz.de/>)

- Reduktion der Risiken von PSM für den Naturhaushalt um 30% bis 2023
- Senken von **Überschreitungen von Rückstandshöchstgehalten** in allen Produktgruppen einheimischer und importierter Lebensmittel **auf unter 1%** bis 2021
- Begrenzen der PSM-Anwendungen auf das notwendige Maß
- Fördern der Einführung und Weiterentwicklung von Pflanzenschutz-Verfahren
- Verbessern der Sicherheit beim Umgang mit PSM
- Verbessern der Information der Öffentlichkeit über Nutzen und Risiken des Pflanzenschutzes

Der nationale Aktionsplan wird durch ein Forum, in dem alle Interessensgruppen beteiligt sind, begleitet. Mit Hilfe eines „Deutschen Pflanzenschutzindex“ (PIX) sollen außerdem Trends bei Pflanzenschutzintensitäten und Risiken für Verbraucher und Umwelt erkannt und veranschaulicht werden.

1.2.2.7 Konditionalität

Gemäß der Verordnung (EU) 2021/2115 ist die Gewährung von Agrarzahlungen auch geknüpft an die Einhaltung von Vorschriften in den Bereichen

- Klima und Umwelt, einschließlich Wasser Böden sowie biologische Vielfalt und Landschaft
- Öffentliche Gesundheit und Pflanzengesundheit
- Tierschutz

Diese Verknüpfung wird als Konditionalität bezeichnet und wurde zur GAP-Förderperiode 2023 – 2027 eingeführt. Sie ersetzt die Regelungen des Cross Compliance. Bis 2025 können die Länder mit noch vorhandenen Restmitteln aus der EU-Förderperiode 2015 bis 2022 vor allem Zahlungen für Agrarumwelt- und Klimamaßnahmen, ökologisch/biologischen Landbau und Ausgleichszahlungen für benachteiligte Gebiete finanzieren. Da diese Gelder aus der alten Förderperiode stammen, gelten hier die bisherigen Regelungen der Cross Compliance weiter.

Die Regelungen der Konditionalität umfassen 9 Standards für die Erhaltung von Flächen in gutem landwirtschaftlichem und ökologischem Zustand (GLÖZ) und 11 Regelungen zu den Grundanforderungen an die Betriebsführung (GAB). Die Regelungen gehen von einem gesamtbetrieblichen Ansatz aus. Dies bedeutet, dass ein Betrieb, der für die Konditionalität relevante Zahlungen erhält, in allen Produktionsbereichen (zum Beispiel Ackerbau, Viehhaltung, Gewächshäuser, Sonderkulturen) und allen seinen Betriebsstätten die Verpflichtungen der Konditionalität einhalten muss. Dabei ist es unerheblich, in welchem Umfang Flächen oder Betriebszweige bei der Berechnung der Zahlungen berücksichtigt wurden.

1.2.2.8 Pflanzenschutz-Kontrollprogramm

Nach § 34 Pflanzenschutzgesetz sind die nach jeweiligem Landesrecht zuständigen Behörden für die Überwachung der Einhaltung seiner Vorschriften und der nach diesem Gesetz erlassenen Rechtsverordnungen und Auflagen zuständig. Als zuständige Bundesbehörde wirkt das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) mit.

Mit dem im Jahr 2004 eingeführten Bund-Länder-Programm zur Überwachung des Inverkehrbringens und der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln sollen nach bundeseinheitlichen Standards

- die Einhaltung pflanzenschutzrechtlicher Vorschriften vor allem beim Inverkehrbringen und bei der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln überwacht werden und
- gegebenenfalls die Nichtbeachtung von Vorschriften durch angemessene Maßnahmen, einschließlich der Verfolgung und Ahndung nach dem Ordnungswidrigkeitenrecht, abgestellt werden.

Die einzuhaltenden Standards bei den Kontrollen sind in einem einheitlichen Handbuch zusammengefasst, das in regelmäßigen Abständen überprüft und den aktuellen Entwicklungen angepasst wird. In Rheinland-Pfalz ist die Aufsichts- und Dienstleistungsdirektion (ADD) mit der Durchführung der Kontrollen beauftragt.

1.2.3 Lebensmittelrechtliche Bestimmungen

Am 07.09.2005 ist das neue Lebensmittel-, Bedarfsgegenstände- und Futtermittelgesetzbuch (LFGB) in Kraft getreten, womit nationales Recht an geltendes europäisches Recht (Verordnung EG Nr. 178/2002) angeglichen wurde. In § 9 des Gesetzes wird unmittelbar auf Pflanzenschutzmittel Bezug genommen. Demnach ist es u. a. verboten, gewerbsmäßig Lebensmittel (auch Wein) in den Verkehr zu bringen, die Rückstände von nicht zugelassenen Pflanzenschutzmitteln enthalten oder bei denen die festgesetzten Rückstandshöchstmengen überschritten sind. Hier besteht auch ein Bezug zu § 1 Abs. 4 PflSchG (Abwendung von Gefahren für die Gesundheit, die durch Anwendung von Pflanzenschutzmitteln entstehen können).

Rückstandshöchstgehalte

Rückstandshöchstgehalte sind Grenzwerte für Rückstände in Lebensmitteln und Futtermitteln, die jeweils für Kombinationen von Wirkstoffen und Erzeugnissen festgelegt werden.

Mit der Verordnung (EG) Nr. 396/2005 wurde ein europaweit einheitliches Regelwerk zur vollständigen Harmonisierung der Rückstandshöchstgehalte zu schaffen. Diese Verordnung trat am 1. September 2008 vollständig in Kraft. Die neuen harmonisierten Höchstgehalte finden sich in den Anhängen II, IIIA und IIIB der Verordnung. Anhang IV enthält eine Liste von Wirkstoffen, für die keine Höchstgehalte erforderlich sind.

Mit dem vollständigen Inkrafttreten der EG-Verordnung sind die Rückstandshöchstgehalte der deutschen Rückstands-Höchstmengenverordnung (RHmV) nicht mehr gültig. Die RHmV ist allerdings nicht völlig hinfällig geworden, sondern gilt noch für einige sonstige Stoffe (Safener und Synergisten) und Erzeugnisse (z. B. Fische, Fischereierzeugnisse, Schalentiere, Muscheln). Ferner gilt sie gemäß einer Übergangsregelung noch für bestimmte Erzeugnisse, die vor dem 1. September 2008 erzeugt oder eingeführt wurden. Außerdem wurden inzwischen die Bußgeldvorschriften aus der RHmV auf die Verordnung 396/2005 ausgedehnt.

Wichtige Inhalte der Verordnung 396/2005:

- Die Verordnung hat unmittelbare Geltung in den Mitgliedstaaten der EU. Die festgesetzten Rückstandshöchstgehalte müssen also nicht mehr wie früher in die nationale Rückstands-Höchstmengenverordnung übernommen werden.

- Solange für eine Kombination von Wirkstoff und Erzeugnis kein spezifischer Rückstandshöchstgehalt festgelegt ist, gilt ein allgemeiner Wert von 0,01 mg/kg; die Verordnung lässt also nichts ungeregt.
- Ohne festgesetzten Rückstandshöchstgehalt kann keine Zulassung für ein Pflanzenschutzmittel erteilt werden. Wenn Rückstandshöchstgehalte fehlen, müssen sie zusammen mit der Zulassung des Pflanzenschutzmittels beantragt werden. Das gilt auch, wenn die Anwendung eines Pflanzenschutzmittels für eine Lückenindikation genehmigt werden soll.
- Anträge zur Festsetzung oder Änderung von Rückstandshöchstgehalten können nicht nur diejenigen stellen, die auch die Zulassung eines Pflanzenschutzmittels beantragen, sondern auch Erzeuger und Importeure von Lebens- und Futtermittelerzeugnissen, Personen und Organisationen mit einem berechtigten Interesse an Gesundheitsfragen sowie die Mitgliedstaaten der EU. (Quelle: www.bvl.bund.de)

1.2.4 Wasser- und gewässerrechtliche Bestimmungen

Schon bei der Zulassung eines Pflanzenschutzmittels spielt der Schutz des Wassers und der Gewässer eine entscheidende Rolle. So werden z. B. Pflanzenschutzmittel mit hoher Versickerungsneigung nicht mehr zugelassen oder scheiden bereits schon in den Vorstufen zu einem Zulassungsverfahren aus. Mit zahlreichen Auflagen zum Gewässerschutz (z. B. Abstandsaufgaben) soll sichergestellt werden, dass ein Eintrag von Pflanzenschutzmitteln in Gewässer weitestgehend verhindert wird.

In der neuen Fassung der Pflanzenschutzanwendungsverordnung vom 08.09.21 sind in § 4a die Gewässerabstände geregelt. Entlang von Gewässern dürfen in einer Breite von 5 m ab Böschungsoberkante keine Pflanzenschutzmittel ausgebracht werden, sofern eine dauerhafte Begrünung vorhanden ist, ansonsten gilt ein Abstand von 10 m. Weitere Abstandsaufgaben können in den Anwendungsbestimmungen der einzelnen Präparate enthalten sein. So ist es möglich, dass ein größerer Abstand als 10 m eingehalten werden muss oder der Abstand von 5 oder 10 m nur mit entsprechender Verlustminderungskategorie erreicht werden kann.

Besondere Aufmerksamkeit gilt in diesem Zusammenhang auch dem Schutz des Trinkwassers. In der „Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch“ (**Trinkwasser-Verordnung**), die auch eine Umsetzung der europäischen Richtlinie 98/83/EG darstellt, wird für Pflanzenschutzmittel und Biozidprodukte bei der Grenzwertfestlegung praktisch ein Nullprinzip realisiert. Die maximal zulässige Konzentration für einen einzelnen Pflanzenschutzmittelwirkstoff im Trinkwasser beträgt in der EU 0,0001 mg/l (= 0,1 Mikrogramm/l) und für die Summe aller nachweisbaren Wirkstoffe maximal 0,0005 mg/l. Diese niedrigen Grenzwerte verdeutlichen, dass Pflanzenschutzmittelwirkstoffe auf keinen Fall in das Trinkwasser gelangen dürfen.

1.2.5 Naturschutzrechtliche Bestimmungen

Sowohl das Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) als auch das Landesnaturschutzgesetz Rheinland-Pfalz (LNatSchG) heben die besondere Bedeutung einer „natur- und landschaftsverträglichen Land-, Forst- und Fischereiwirtschaft für die Erhaltung der Kultur- und Erholungslandschaft“ hervor. Nach § 3 Absatz 2 des LNatSchG sind bei der landwirtschaftlichen Nutzung von Grundstücken die Grundsätze der guten fachlichen Praxis auf der Grundlage der landwirtschaftlichen Fachgesetzgebung zu beachten.

2 Integrierter Pflanzenschutz

2.1 Grundlagen und Bedeutung des integrierten Pflanzenschutzes

In § 3 Abs. 1 des Pflanzenschutzgesetzes wird die Einhaltung der allgemeinen Grundsätze des integrierten Pflanzenschutzes gemäß Anhang III der Richtlinie 2009/128/EG gefordert. Ab 2014 sind diese Grundsätze verpflichtend anzuwenden. Es wird bestimmt, dass Pflanzenschutz nur nach guter fachlicher Praxis durchgeführt werden darf. Im weiteren Verlauf heißt es dort: „Zur guten fachlichen Praxis gehört, dass die Grundsätze und der Schutz des Grundwassers berücksichtigt werden.“

Was unter integriertem Pflanzenschutz im Sinne des Gesetzes zu verstehen ist, wird in § 2 bestimmt:

„Eine Kombination von Verfahren, bei denen unter vorrangiger Berücksichtigung biologischer, biotechnischer, pflanzenzüchterischer sowie anbau- und kulturtechnischer Maßnahmen die Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel auf das notwendige Maß beschränkt wird.“

2.2 Maßnahmen im integrierten Pflanzenschutz

2.2.1 Gezielter Einsatz von Pflanzenschutzmitteln

2.2.1.1 Schadensschwellenprinzip

Nicht immer ist das Auftreten von Krankheiten und Schädlingen an Kulturpflanzen auch mit bedeutenden Ertrags-, Qualitäts- und Einkommensverlusten verbunden. Eine chemische Bekämpfung sollte erst dann durchgeführt werden, wenn der zu erwartende Schaden höher als die Kosten für eine Behandlung liegt (Prinzip der wirtschaftlichen Schadensschwelle). Die wirtschaftliche Schadensschwelle gibt die Befallsstärke an, die unter Berücksichtigung wirtschaftlicher Aspekte gerade noch geduldet werden kann.

2.2.1.2 Einsatzoptimierung

Die Befallsprognose (Vorhersage eines Befalls), ist in vielen Fällen die Voraussetzung für gezielte Bekämpfungsmaßnahmen. Dafür müssen neben der Witterung (Temperatur, Feuchtigkeit) das Entwicklungsstadium der Kulturpflanze sowie das Auftreten des Schaderregers (Krankheit, Schädling) und seine Ansprüche an die Witterungsbedingungen berücksichtigt werden. Im Weinbau dient zum Beispiel die Beobachtung des Mottenflugs beim Traubenwickler zur Festlegung des Bekämpfungstermins gegen den Heu- oder Sauerwurm. Für die gezielte Bekämpfung des Falschen Mehltaus der Rebe muss der Zeitpunkt einer möglichen Infektion prognostiziert werden. Dazu ist ein möglichst dichtes Netz agrarmeteorologischer Messstationen notwendig, mit deren

Hilfen die lokalen Temperaturbedingungen, die Luftfeuchte und Blattnässedauer erfasst werden. Anhand dieser Daten können mögliche Infektionszeitpunkte ermittelt und gegebenenfalls Bekämpfungsmaßnahmen eingeleitet werden.

In Rheinland-Pfalz werden u. a. diese Daten durch den amtlichen Rebschutzdienst ermittelt und auf verschiedenen Wegen (E-Mail, Fax, Internet) an die Praxis weitergegeben. Durch Forschungsarbeiten, Versuche, allgemeine und individuelle Beratung unterstützt der amtliche Rebschutzdienst die Winzer aber auch in allen anderen Bereichen darin, die Grundsätze des integrierten Pflanzenschutzes in die Praxis umzusetzen.

Aufgrund von Aufzeichnungen über die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln und der Überwachung der Schadorganismen muss der Erfolg der angewandten Pflanzenschutzmaßnahmen überprüft werden.

2.2.2 Biologische und biotechnische Verfahren

Auch die vorrangige Anwendung biologischer, biotechnischer, physikalischer und anderer nicht-chemischer Verfahren mit deren Hilfe auf den Einsatz von chemischen Pflanzenschutzmitteln ganz oder teilweise verzichtet werden kann, ist ein wesentlicher Grundsatz des integrierten Pflanzenschutzes. Speziell für den Rebschutz gibt es einige Methoden, die sich bereits seit vielen Jahren in der Praxis bewährt haben. Dazu gehören etwa die Förderung von Nützlingen (Raubmilben) und der Einsatz von Pheromonen oder *Bacillus thuringiensis* (B. t.)-Präparaten zur Traubenvicklerbekämpfung. Die Pflanzung von Pfropfreben zur Reblausbekämpfung kann zu den biotechnischen Verfahren gezählt werden.

2.2.3 Anbau- und kulturtechnische Maßnahmen (Weinbau)

Anbau- und kulturtechnische Maßnahmen leisten einen unverzichtbaren Beitrag für die Gesunderhaltung von Kulturpflanzen. Im Weinbau können Fehler bei der Anlage oder Bewirtschaftung der Weinberge Probleme mit Krankheiten, Schädlingen und physiologischen Störungen (z.B. Stiellähme) schaffen oder verschärfen. Beispiele dafür sind übertriebene Wüchsigkeit, schlechte Durchlüftung der Laubwand oder die Wahl einer für den Standort ungeeigneten Sorte und/oder Unterlage.

2.2.3.1 Sorten- und Unterlagswahl

Sortenunterschiede in der Krankheitsanfälligkeit sind zwar bekannt, spielen aber bei der Auswahl einer Rebsorte häufig eine untergeordnete Rolle. Vor allem die Vermarktungsfähigkeit des Weines und die Standort- und Bodenansprüche bestimmen die Sortenwahl. Dennoch sollten zum Beispiel Sorten mit bekannt hoher Anfälligkeit gegen den Echten Mehltau der Rebe („Oidium“)

wie z. B. Kerner, Portugieser oder Silvaner nicht an solchen Standorten gepflanzt werden, an denen erfahrungsgemäß ein hoher Infektionsdruck durch diesen Krankheitserreger herrscht. Mittlerweile sind auch einige interspezifische Kreuzungen zugelassen, die widerstandsfähig gegen *Peronospora* und teilweise auch gegen *Oidium* sind (Pilzwiderstandsfähige Rebsorten = „Piwis“). In der Praxis etabliert hat sich bisher vor allem die Rotweinsorte Regent.

Bei der Wahl der Unterlage ist zu beachten, dass zu stark wüchsige Anlagen anfälliger gegenüber Krankheiten sind. Die Unterlage muss sorgfältig auf die Bodenart, den Standraum und die edelreisspezifischen Eigenschaften abgestimmt werden. So ist z. B. eine Kombination der stark wüchsigen Unterlage 5BB mit dem zu Bodentrauben neigenden Riesling nur auf schwachwüchsigen Böden oder in Anlagen mit sehr weiten Standräumen vertretbar.

Tabelle 3: Unterlagsreben für verschiedene Standorte (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)

Standort	Unterlage
verrieselungs- und stiellähmegefährdete Standorte	SO4, Binova, 5C, 8B, Börner
chlorosegefährdete Standorte	SO4, Binova, 8B, 125AA, 5BB

2.2.3.2 Anlageform, Erziehung, Laubarbeiten

Weiträumig gepflanzte Rebanlagen sind weniger durch Pilzkrankheiten bedroht, da Blätter und Trauben wegen der besseren Durchlüftung nach Regenfällen schneller abtrocknen. Daher sollten auch die Bogreben nicht übereinander gebogen werden. Der Bau des Drahrahmens und der richtige Abstand der Biegedrähte voneinander sorgen dafür, dass die Trauben nicht zu dicht beieinander hängen. Die Spaliererziehung mit ein oder zwei Bogreben und einem passenden Stockabstand ist bei Gassenbreiten zwischen 1,80 und 2,20 m ein vorteilhaftes Anbausystem.

Sorgfältige Laubarbeiten verbessern die Durchlüftung der Anlage und beschleunigen das Abtrocknen der Laubwände. Dazu gehören auch das rechtzeitige Ausbrechen der Wasserschosse und ein termingerechter Laubschnitt, solange die Triebe noch gerade stehen. Durch die Auswirkungen des Klimawandels sind die Trauben während ihrer Reife durch *Botrytis* und andere Traubenfäulen stärker gefährdet. Eine gute Durchlüftung der Traubenzone und eine lockere Traubenstruktur können dieser Gefahr sehr wirkungsvoll begegnen.

Zur Förderung der Durchlüftung erfolgt eine Teilentlaubung der Traubenzone. Während Weißweinsorten in der Regel nur einseitig auf der wetterabgewandten Seite entblättert werden, empfiehlt es sich, dichtlaubige Rotweinsorten beidseitig zu bearbeiten. Um dabei Sonnenbrandschäden an Trauben zu vermeiden, sollten diese Arbeiten entweder sehr frühzeitig bis zur Schrotkorngröße oder später nach dem Beginn der Reife durchgeführt werden. In Tabelle 4 sind Maßnahmen zur Förderung einer lockeren Traubenstruktur zusammengefasst.

Tabelle 4: Maßnahmen zur Förderung einer lockeren Traubenstruktur (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)

Zeitraum	Maßnahme
vor der Rebblüte:	<ul style="list-style-type: none"> • Gescheine abreiben • Sehr frühe Entblätterung zur Förderung der Verrieselung
während der Rebblüte:	Einsatz von Bioregulatoren (Sorteneignung beachten)
kurz nach der Rebblüte:	Trauben abstreifen
bis Traubenschluss:	Trauben halbieren

2.2.3.3 Rebenernährung/Düngung

Eine gezielte bedarfsgerechte Nährstoffversorgung ist für Vitalität und Gesundheit der Reben sowie die Qualität der Weine eine zwingende Voraussetzung. Dabei sind sowohl die Nährstoffentzüge und -verluste als auch die Bodenvorräte zu berücksichtigen. Gleiches gilt für die ökologischen Auswirkungen der Düngung auf Grund- und Oberflächenwasser, sowie die Atmosphäre.

Stickstoff-Düngung

Ein Stickstoff-Überangebot führt zu stark wüchsigen Rebanlagen mit erhöhtem Krankheitsdruck, besonders aber der Traubenfäulnisgefahr. Ein zu hohes N-Angebot kann durch eine übermäßige mineralische, aber auch organische Düngung erfolgen. Das Angebot an pflanzenverfügbarem Stickstoff wird außerdem durch die Mineralisation von Begrünungspflanzen, Reblaub sowie des Bodenhumus beeinflusst. Immerhin enthält der Humus zwischen 2.500 und 10.000 kg organisch gebundenen Stickstoff. Davon werden jährlich, je nach Bodenpflege, zwischen 0,5 und 3,0 % verfügbar. Deshalb muss bei der Bemessung der N-Düngung der Humusgehalt des Oberbodens und die Bodenpflegeart berücksichtigt werden. Ferner unterliegt die N-Düngung zahlreichen Auflagen der Düngeverordnung 2020 und Landesdüngverordnung 2021.

Tabelle 5: Nährstoffbedarf und -entzug von Reben in kg/ha (Müller, 2019)

Nährstoff	jährliche Aufnahme (Bedarf)	davon in Blatt und Holz (bleibt im Weinberg)	davon in den Trauben (Entzug)	Entzug bei Rückführung der Trester
N	50–70	20–30	25–35	5–10
K ₂ O	50–90	15–30	30–60	12–24
P ₂ O ₅	11–23	2– 8	8–13	3–5
MgO	14–20	8–15	4– 5	3
CaO	50–70	45–60	5–10	5

Düngeverordnung 2020

Die Auflagen der Düngeverordnung 2017 mussten im Auftrag der Europäischen Kommission überarbeitet werden, da diese nur unzureichend die Vorgaben der EU-Nitratrictlinie erfüllt haben. Deshalb trat die überarbeitete DüV 2017 am 1. Mai 2020 neu in Kraft, von der Beratung der Einfachheit halber als DüV 2020 benannt. Damit ergeben sich für den Weinbau wenige Neuerungen, die in den folgenden Abschnitten vorgestellt werden und online abrufbar sind unter: www.wasserschutzberatung.rlp.de → *DüV und Landesdüngeverordnung* → *DüV WEINBAU*.

1. Erweiterte N- und P₂O₅-Düngebedarfsermittlung

Werden für geplante Düngemaßnahmen die wesentlichen Nährstoffmengen (mehr als 50 kg N/ha und Jahr, Schläge ab 1 ha, Schläge in Phosphat-Gebieten: mehr als 30 kg P₂O₅/ha und Jahr) überschritten, hat der Betriebsinhaber nun **spätestens zwei Tage nach einer Düngungsmaßnahme folgende Angaben aufzuzeichnen:**

- Eindeutige **Bezeichnung** und **Größe** des **Schlages** oder der **Bewirtschaftungseinheit**,
- **Art** und **Menge** des aufgebrauchten **Stoffes**,
- **Menge** an **Gesamt-N** und **Gesamt-P₂O₅** pro **Schlag** bzw. **Bewirtschaftungseinheit**,
- Bei organischen und organisch-mineralischen Düngemitteln auch die **Menge an verfügbarem N** pro Schlag bzw. Bewirtschaftungseinheit.

Für diese zusätzlichen Dokumentationsauflagen steht eine neue Excel-Anwendung „Düngebedarf_Nährstoffeinsatz_DüV2020_Datum.xlsm“ bereit, mit der die Weinbaubetriebe in RLP Ihrer Aufzeichnungspflicht schnell und leicht verständlich nachkommen können. Zudem wurden in der neuen Excel-Datei auch die einst separat auszufüllenden Excel-Anwendungen der N- und P₂O₅-Düngebedarfsermittlung zusammengeführt und der neue betriebliche Nährstoffeinsatz integriert, den das Programm automatisch ausfüllt. Zu dieser Excel-Anwendung stehen zudem eine Bedienungsanleitung (PDF-Dokument) und das Betriebsbeispiel MUSTERMANN (Excel-Datei) online zur Verfügung. Die Unterlagen sind abrufbar unter: <https://www.düngeberatung.rlp.de/Duengung/Weinbau> → *1. Stickstoff-Düngebedarf ermitteln und dokumentieren*.

2. Betrieblicher Nährstoffeinsatz

Sobald die wesentlichen N- und P₂O₅-Nährstoffmengen mit einer Düngung überschritten wurden, ist bis zum 31. März des Folgejahres der für den Schlag- bzw. die Bewirtschaftungseinheit ermittelte Düngebedarf zu einem gesamtbetrieblichen Düngebedarf an Gesamt-N, Gesamt-P₂O₅ und verfügbarem N zusammen zu fassen. Diese Funktion ist in der neuen Excel-Anwendung „Düngebedarf_Nährstoffeinsatz_DüV2020_Datum.xlsm“ enthalten und rechnet automatisch die gesetzlich geforderten Angaben für den Weinbaubetrieb aus.

3. Nährstoffvergleich entfällt

Mit Inkrafttreten der DüV 2020 muss rückwirkend für die Jahre 2020, 2021 und 2022 kein Nährstoffvergleich mehr erstellt werden. Wer bisher den Nährstoffvergleich angefertigt hat und eine Betriebsgröße von mindestens 20 ha vorweisen kann, sollte jedoch den Nährstoffvergleich weiterführen, da dieser als Stoffstrombilanz höchstwahrscheinlich ab 2023 wieder verpflichtend wird. Die Excel-Anwendung und das Merkblatt zum Nährstoffvergleich sind online abrufbar unter: <https://www.düngeberatung.rlp.de/Duengung/Weinbau> → 4. Nährstoffvergleich entfällt.

4. Bodenzustand

Das Aufbringen von stickstoff- oder phosphathaltigen Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln darf nicht erfolgen, wenn der Boden überschwemmt, wassergesättigt, gefroren oder schneebedeckt ist. Sind diese Bodenzustände gegeben, dürfen im Weinbau keine Komposte, Miste, Trester oder Bodenabdeckungen wie Stroh und Holzhäcksel ausgebracht werden. Lediglich Kalkdünger mit einem Gehalt von weniger als 2 % Phosphat dürfen auf gefrorenen Böden ausgebracht werden, sofern Abschwemmungen nicht auftreten.

5. Gewässerabstände

Direkte Einträge und Abschwemmungen von stickstoff- oder phosphathaltigen Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln in oberirdische Gewässer im Sinne des Wasserhaushaltsgesetzes und auf Nachbarflächen sind unzulässig. Seit 2020 zählen in RLP die Straßenrandseitengräben sowie die Halbschalen im Moselgebiet nicht mehr zu den Gewässern und sind damit von folgenden Regelungen ausgenommen:

EBENE FLÄCHEN

Innerhalb 4 m zur Böschungsoberkante des Gewässers ist eine Zufuhr von stickstoff- oder phosphathaltigen Stoffen nicht zulässig. Der erforderliche Abstand reduziert sich auf 1 m, wenn für das Aufbringen Geräte verwendet werden, die über eine Grenzstreueinrichtung oder nicht überlappende Ausbringung (Streubreite = Arbeitsbreite) verfügen.

GENEIGTE FLÄCHEN

An diesen Gewässern sind folgende Abstände bei der Düngung einzuhalten, unabhängig davon, ob ein Gerät mit oder ohne Grenzstreueinrichtung ausgestattet ist:

- Innerhalb der ersten **3 m ab Böschungskante** bei einer Steigung von **mindestens 5 % in den ersten 20 Metern** ab Böschungskante.
- Innerhalb der ersten **5 m ab Böschungskante** bei einer Steigung von **mindestens 10 % in den ersten 20 Metern** ab Böschungskante.
- Innerhalb der ersten **10 m ab Böschungskante** bei einer Steigung von **mindestens 15 % in den ersten 30 Metern** ab Böschungskante.

Zusätzlich zu denen im Vorfeld aufgeführten Gewässerabständen auf geneigten Flächen, sind seit 20. Juni 2020 in wenigen Fällen auch 5 m breite „Begrünungsstreifen“ durch die Änderung des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) § 38 zu etablieren:

- Gilt für alle landwirtschaftlich genutzten Flächen, die direkt an Gewässer angrenzen und KEIN Wirtschaftsweg dazwischen liegt.
- Gilt NUR für geneigte Flächen mit mindestens 5 % Hangneigung in den ersten 20 m zur Böschungsoberkante.
- Sind diese Kriterien erfüllt, ist innerhalb der ersten 5 m zur Böschungsoberkante eine geschlossene, ganzjährig begrünte Pflanzendecke zu erhalten oder herzustellen.
- Eine Bodenbearbeitung zur Erneuerung des Pflanzenbewuchses darf einmal innerhalb von Fünfjahreszeiträumen durchgeführt werden. Der erste Fünfjahreszeitraum beginnt mit Ablauf des 30.06.2020.
- Auflagen unterliegen Cross Compliance!

Die einzuhaltenden Gewässerabstände beim Düngen für geneigte Flächen sowie der zu etablierende Begrünungsstreifen (WHG, § 38) sind im Geobox Viewer RLP (<https://geobox-i.de/GBV-RLP/>) durch Anklicken der Layer in der Kartenauswahl „Gewässerabstände nach DüV“ & „WHG 5 m Begrünung“ einsehbar.

6. Sperrfrist

Düngemittel wie TRESTER mit wesentlichem Gehalt an Phosphat (= mehr als 0,5 % Phosphat in der Trockenmasse) dürfen in der Zeit vom 1. Dezember bis zum Ablauf des 15. Januar nicht aufgebracht werden.

7. Nährstoffgehalte von Düngemitteln dokumentieren

Der Dokumentationspflicht unterliegen auch die Nährstoffgehalte von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln. Für den Weinbau gilt, dass vor dem Aufbringen ihre Gehalte an Gesamtstickstoff, Ammoniumstickstoff und Gesamtphosphat bekannt sind. Diese Angaben sind Kennzeichnungsinformationen, Lieferscheinen, RAL-Gütezeugnissen (Komposte) oder von der Weinbauberatung vorgegebenen Tabelle „Nährstoffgehalte organischer Düngemittel für den Weinbau“, Merkblättern und Aufrufen zu entnehmen. Betriebe, die ihre Komposte selbst herstellen und damit die von der staatlichen Beratung vorgegebenen Nährstoffgehalte von „Standardpräparaten“ nicht übertragen können, wird eine Wirtschaftsdüngeranalyse empfohlen.

Tabelle 6: Nährstoffgehalte organischer Düngemittel für den Weinbau (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Wb/Oe)

Dünge- mittel	Produkt	Inhaltsstoffe in kg / Einheit Frischmasse (FM)					
			kg / t	bzw.	kg / m ³		
Reststoffe Wein- bereitung	Gehalt in FM	Einheit	Gesamt N	NH ₄ -N	verfügbarer N-Gehalt	P ₂ O ₅	K ₂ O
	Trester ¹ (40 % TM) (1 m ³ = 0,4 - 0,6 t)	kg / t	7,4	0,2	0,7	2,3	8,0
		kg / m ³	3,7	0,1	0,4	1,2	4,0
	Mosttrub flüssig (1 m ³ = 1 t)	kg / m ³	5,0	A*	A*	0,3	3,0
	Weinhefe ⁸ (30 % TM) (1 m ³ = 1 t)	kg / m ³	53,3		0,6	3,0	12,0
	Wein / Schlempe ohne Hefe ⁹	kg / m ³	0,2		A*	0,2	0,7
Filtrationskieselgur ² (40 % TM)	t	6,4	2,6		1,0	6,0	
A* Kein Richtwert vorhanden, Analyse erforderlich vor Ausbringung!							
Sonstige Humus- dünger		Einheit	Gesamt N	NH ₄ -N	verfügbarer N-Gehalt	P ₂ O ₅	K ₂ O
	Streuwiese ⁷ (86 % TM)	kg / t	11,0	n.n.	n.n.	4,0	15,6
	Stroh ⁷ (90 % TM)	kg / t	5,0	n.n.	n.n.	3,0	14,0
Kompost, Pflanzen- hilfstoff*		Einheit	Gesamt N	NH ₄ -N	verfügbarer N-Gehalt	P ₂ O ₅	K ₂ O
	Grünschnittkompost ⁴ (64 % TM)	kg / t	6,5		0,4	3,2	6,0
	Bioabfallkompost ⁴ (52 % TM)	kg / t	9,0		1,0	4,8	8,1
	Holzhäcksel > 40mm ⁵	kg / t	4,0	n.n.	n.n.	1,0	3,0
* Für die Berechnung zur Ausbringung und Bilanzierung ist immer der tatsächliche Gehalt gemäß Lieferschein maßgebend!							
Festmist		Einheit	Gesamt N	NH ₄ -N	verfügbarer N-Gehalt	P ₂ O ₅	K ₂ O
	Rindermist ⁶ (25 % TM)	kg / t	6,5		1,6	4,0	11,0
	Schweinemist ⁶ (25 % TM)	kg / t	9,8		2,9	8,2	6,9
	Schafmist ⁶ (25 % TM)	kg / t	5,5		1,4	3,2	13,3
	Pferdemist ⁶ (25 % TM)	kg / t	5,0		1,3	3,8	12,6
	Hühnermist ³ (50 % TM)	kg / t	22,0		11,4	18,0	16,0
n.n. nur unbedeutende Mengen an Ammonium-Stickstoff enthalten							

Landesdüngerverordnung 2022

In RLP wurde Ende 2022 die Landesdüngerverordnung (LDüV) novelliert. Alle Informationen für den Weinbau sind online abrufbar unter: www.wasserschutzberatung.rlp.de → DüV und Landesdüngerverordnung → DüV Weinbau → 10. Landesdüngerverordnung (LDüV). Zusätzlich zu den Regelungen der DüV 2020 gelten in Gebieten mit Nitrat belasteten Grundwasserkörpern („rote“ Gebiete) und mit Phosphat belasteten Oberflächengewässern („gelbe“ Gebiete) folgende Auflagen:

NITRAT-belastete Gebiete (rote Gebiete):

Dokumentationspflicht (N-Düngebedarfsermittlung, betrieblicher Nährstoffeinsatz) schon ab einer Betriebsgröße von 1 Hektar, wenn die wesentlichen Nährstoffmengen (mehr als 50 kg N/ha und Jahr, mehr als 30 kg P₂O₅/ha und Jahr) überschritten werden.

Auf weinbaulich genutzten Flächen dürfen stickstoffhaltige Düngemittel (z.B. Trester, Komposte, Mist, Holzhäcksel, Stroh), Bodenhilfsstoffe, Kultursubstrate und Pflanzenhilfsmittel im Zeitraum von 1. August bis zum 15. März nur aufgebracht werden, wenn im gleichen Zeitraum auf der betroffenen Fläche keine Bodenbearbeitung erfolgt. AUSNAHMEN: Tiefenlockerungen in den Fahrspuren ohne wendende oder mischende Bearbeitung, Unterstockbodenbearbeitung mit einem Flächenanteil von höchstens 25 % des Zeilenabstandes, flache Saatbeetbereitung für eine Begrünungseinsaat.

PHOSPHAT-belastete Gebiete (gelbe Gebiete):

Vor dem Aufbringen wesentlicher P₂O₅-Mengen (mehr als 30 kg/ha und Jahr) müssen für jeden Schlag Bodenproben gezogen werden. Schläge unter 0,5 ha können für die P₂O₅-Düngebedarfsermittlung zu Schlägen von maximal 2 ha zusammengefasst werden. Auf P₂O₅-übersorgten Böden, die im Weinbau die Regel sind, darf mit organischen Präparaten (Trester, Mist, Komposte) nur der P₂O₅-Entzug der Rebe nachgeführt werden: Einjahresgabe maximal 10 kg P₂O₅/ha, Dreijahresgabe maximal 30 kg P₂O₅/ha! Dies gilt nicht für mineralische Phosphat-Dünger und mineralische NPK-Dünger. Hier darf in der Versorgungsstufe E (mehr als 20 mg P₂O₅/100g Boden nach CAL-Methode) keine mineralische Phosphat-Düngung erfolgen.

Wo können die belasteten Gebiete eingesehen werden?

Im digitalen Agrarportal RLP ist das kostenfreie Kartenwerk „GeoBox Viewer“ (<https://geobox.i.de/GBV-RLP/>) enthalten, in welchem Sie für Ihre Anbauflächen bis auf die Flurstücksnummer genau (über die Liegenschaftskarte) einsehen können, ob Ihre Flächen in einem Nitrat- und/oder Phosphat-Gebiet liegen. Hierzu klicken Sie in der Kartenauswahl den Layer „Belastete Gebiete nach DüV/LDüV ab 2023“ mit den Untermenüpunkten „Nitrat-belastete Gebiete“ bzw. „Phosphat-belastete Gebiete“ an.

Kalium-, Magnesium- und Bor-Düngung

Die sehr unterschiedlichen Bodenvorräte der Makronährstoffe Kalium und Magnesium sowie des Spurenelementes Bor erlauben ebenfalls keine Pauschaldüngung, obwohl diese Elemente nicht der Düngeverordnung unterliegen. Deshalb sollten sich die Kali-, Magnesium- und Bor-Düngung an den Ergebnissen von Bodenuntersuchungen orientieren (Tabelle 7, Tabelle 8). Hinsichtlich des Versorgungszustandes des Bodens werden fünf (bei Phosphat seit 2018 nur drei) Versorgungsstufen = Gehaltsklassen unterschieden. Anzustreben ist die Versorgungsstufe C, welche die Optimalversorgung aufzeigt und durch eine sogenannte Erhaltungsdüngung beibehalten werden kann (Tabelle 7, Tabelle 8). Die Gehaltsklassen A und B zeigen eine starke bis schwache Unterversorgung, so dass die Nährstoffgaben um 50 % (Versorgungsstufe B) bis 100 % (Versorgungsstufe A) zu erhöhen sind (Tabelle 8).

Die Versorgungsstufen D und E kennzeichnen eine schwache bis starke Nährstoffübersversorgung, so dass bei diesem Nährstoffüberangebot im Boden in der Dauerkultur Rebe auf jeglichen Düngemaßnahmen bis zur nächsten Bodenuntersuchung (Turnus alle drei Jahre ratsam) zu verzichten ist (Tabelle 7, Tabelle 8)!

Tabelle 7: Nährstoffgehaltsklassen (Versorgungsstufen) von Weinbergböden (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Wb/Oe)

Nährstoffgehaltsklassen von Weinbergböden		Quelle: FDW-Arbeitskreis Bodenkunde & Pflanzenernährung Weinbau 2018				
Nährstoff	Bodenart	Gehaltsklasse (Versorgungsstufe)				
		A Mangel	B leichter Mangel	C anzustreben	D Übersversorgung	E starke Übersversorgung
P₂O₅ [mg/100 g Boden]	alle	< 12	entfällt DüV 2017	12 - 20	entfällt DüV 2017	> 20
K₂O [mg/100 g Boden]	leicht [S, I'S]	< 5	5 - 9	10 - 20	21 - 30	> 30
	mittelschwer [IS, sU, sL, uL, IU]	< 8	8 - 14	15 - 25	26 - 38	> 38
	schwer [t'L, tL, IT, T]	< 10	10 - 19	20 - 30	31 - 45	> 45
Mg [mg/100 g Boden]	alle	< 5	5 - 9	10 - 15	16 - 22	> 22
Bor [mg/kg Boden]	alle	< 0,35	0,35 - 0,69	0,70 - 0,90	0,91 - 1,35	> 1,35
Humus-Gehalt [%]	leicht [S, I'S]	< 1,0	1,0 - 1,4	1,5 - 1,9	2,0 - 2,5	> 2,5
	mittelschwer [IS, sU, sL, uL, IU]	< 1,2	1,2 - 1,7	1,8 - 2,4	2,5 - 3,0	> 3,0
	schwer [t'L, tL, IT, T]	< 1,5	1,5 - 1,9	2,0 - 2,9	3,0 - 3,5	> 3,5
Boden-pH-Wert	leicht [S, I'S]	< 4,6	4,6 - 5,3	5,4 - 6,3	> 6,3	
	mittelschwer [IS, sU, sL, uL, IU]	< 5,1	5,1 - 6,0	6,1 - 7,0	> 7,0	
	schwer [t'L, tL, IT, T]	< 5,4	5,4 - 6,3	6,4 - 7,2	> 7,2	

Die Nährstoffe können auf mittelschweren bis schweren Böden im Rahmen einer Schaukeldüngung im zwei- bis dreijährigen Rhythmus ausgebracht werden. Auf leichten, durchlässigen Böden ist davon abzusehen, da bei Kalium und Magnesium mit größeren Auswaschungsverlusten zu rechnen wäre. Auf kalkungsbedürftigen Böden wird die Mg-Versorgung zweckmäßigerweise mit

magnesiumhaltigen Kalken erfolgen. Böden ohne Kalkbedarf erhalten die erforderliche Mg-Düngung mittels Kieserit.

Tabelle 8: Nährstoffbemessung (Düngung) nach Bodenanalysen (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Wb/Oe)

Nährstoffbemessung (Düngung) nach Bodenanalysen			Quelle: 2018 verändert nach Ziegler 2013		
Nährstoff	Bodenart	Düngung pro Jahr:	Gehaltsklassen mit nachzuführender Düngermenge [kg/ha * a]		
			A Mangel	B leichter Mangel	C anzustreben
P ₂ O ₅ [mg/100 g Boden]	alle	Düngung pro Jahr:	< 12 30 kg/ha	entfällt DüV 2017	12 - 20 15 kg/ha
K ₂ O [mg/100 g Boden]	leicht [S, I'S]	Düngung pro Jahr:	< 5 120 - 80 kg/ha	5 - 9 80 - 60 kg/ha	10 - 20 60 - 40 kg/ha
	mittelschwer [IS, sU, sL, uL, IU]	Düngung pro Jahr:	< 8 150 - 90 kg/ha	8 - 14 90 - 70 kg/ha	15 - 25 70 - 50 kg/ha
	schwer [t'L, tL, IT, T]	Düngung pro Jahr:	< 10 180 - 100 kg/ha	10 - 19 100 - 80 kg/ha	20 - 30 80 - 60 kg/ha
Mg [mg/100 g Boden]	alle	Düngung pro Jahr:	< 5 70 - 40 kg/ha	5 - 9 40 - 30 kg/ha	10 - 15 30 - 20 kg/ha
Bor [mg/kg Boden]	alle	Düngung pro Jahr:	< 0,35 0,3 - 0,2 kg/ha	0,35 - 0,69 0,2 - 0,1 kg/ha	0,70 - 0,90 0,1 kg/ha
Humus-Gehalt [%]	alle	Ausbringung [t/ha] nach N-Düngebedarfsermittlung DüV 2017			
Boden-pH-Wert KALKBEDARF (CaO)	leicht [S, I'S]	Kalkung pro Jahr:	< 4,6 1000 kg/ha	4,6 - 5,3 900 - 230 kg/ha	5,4 - 6,3 330 - 200 kg/ha
	mittelschwer [IS, sU, sL, uL, IU]	Kalkung pro Jahr:	< 5,1 2100 kg/ha	5,1 - 6,0 1900 - 500 kg/ha	6,1 - 7,0 560 - 460 kg/ha
	schwer [t'L, tL, IT, T]	Kalkung pro Jahr:	< 5,4 3300 kg/ha	5,4 - 6,3 3000 - 700 kg/ha	6,4 - 7,2 660 kg/ha

Calcium-Düngung (= Kalkung)

Der Boden-pH-Wert hat großen Einfluss auf die Nährstoffverfügbarkeit und stellt die Kittsubstanz für die Bodenkrümel dar. Daher sollte sich der Winzer durch regelmäßige Bodenuntersuchungen einen Überblick über die Boden-pH-Werte verschaffen. Der Boden-pH-Wert wird von der Bodenart und damit von der chemischen Zusammensetzung des Ausgangsgesteins bestimmt. Sandböden prägen aufgrund ihres hohen Quarzanteils (Siliciumoxid) einen sauren pH-Wert von 5 bis 6 aus, der die Nährstoffverfügbarkeit von N, P₂O₅, K, Mg und S ohne regelmäßige Auf- bzw. Erhaltungskalkung einschränkt (Tabelle 7, Tabelle 8). Bei sauren pH-Werten bilden sich zudem weniger stabile Bodenkrümel, weil keine/wenige Calcium-Ionen vorhanden sind, welche die Ton- und Humusteilchen zum Tonhumuskomplex verbinden. Schluffböden weisen als Löss-Verwitterungsprodukte höhere Calcium-Gehalte als Sandböden auf und bilden pH-Werte von 6 bis 7, wodurch eine optimale Hauptnährstoffverfügbarkeit und Krümelstruktur gegeben ist. Tonböden, die aus stark Calciumoxid-haltigen Muschelkalk und Mergel entstanden sind, führen zu pH-Wer-

ten von 7,5 bis 8. Grundsätzlich gelten Tonböden und Böden mit Lehmfraktionen durch ihre Tonminerale, die durch ihren „Sandwich-Aufbau“ mit den negativ geladenen „Brötchen-Schichten“ eine riesige Oberfläche für die Wasser- und Nährstoffspeicherung bilden, als sehr fruchtbar.

Aus arbeitswirtschaftlichen Gründen wird bei der Kalkung meist die dreifache Menge als Dreijahresgabe ausgebracht, die sich aus der Einjahresgabe aus Tabelle 8 ergibt. Die Kalkung sollte möglichst in Form magnesiumhaltiger Kalke erfolgen. Leichtere und an Feinerde arme Gesteinsverwitterungsböden sind zur Vermeidung von stärkeren Auswaschungen und erhöhtem Humusabbau nur mit den langsamer verfügbaren Carbonat- oder Silicatformen (z. B. Kohlensaurer Kalk, Magnesiummergel) zu kalkan. Mittelschwere und schwere Böden können sowohl diese als auch Oxid- und Hydroxidformen (z. B. Magnesiumbranntkalk) erhalten.

Humus

Da der Humusgehalt generell von der Bodenart abhängig ist und gerade in der Dauerkultur Weinbau durch die Art- und Weise des Bodenpflegesystems stark beeinflusst werden kann, sollte dieser Parameter mindestens alle drei bis sechs Jahre mittels Grundnährstoffanalyse untersucht werden (Tabelle 7, Tabelle 8). Humus (lateinisch *hūmus* „Erde, Erdboden“) bezeichnet die tote organische pflanzliche und tierische Biomasse - im weitesten Sinn mehr oder weniger stabil gebundene, teilweise oder vollständig verwitterte organische Substanz.

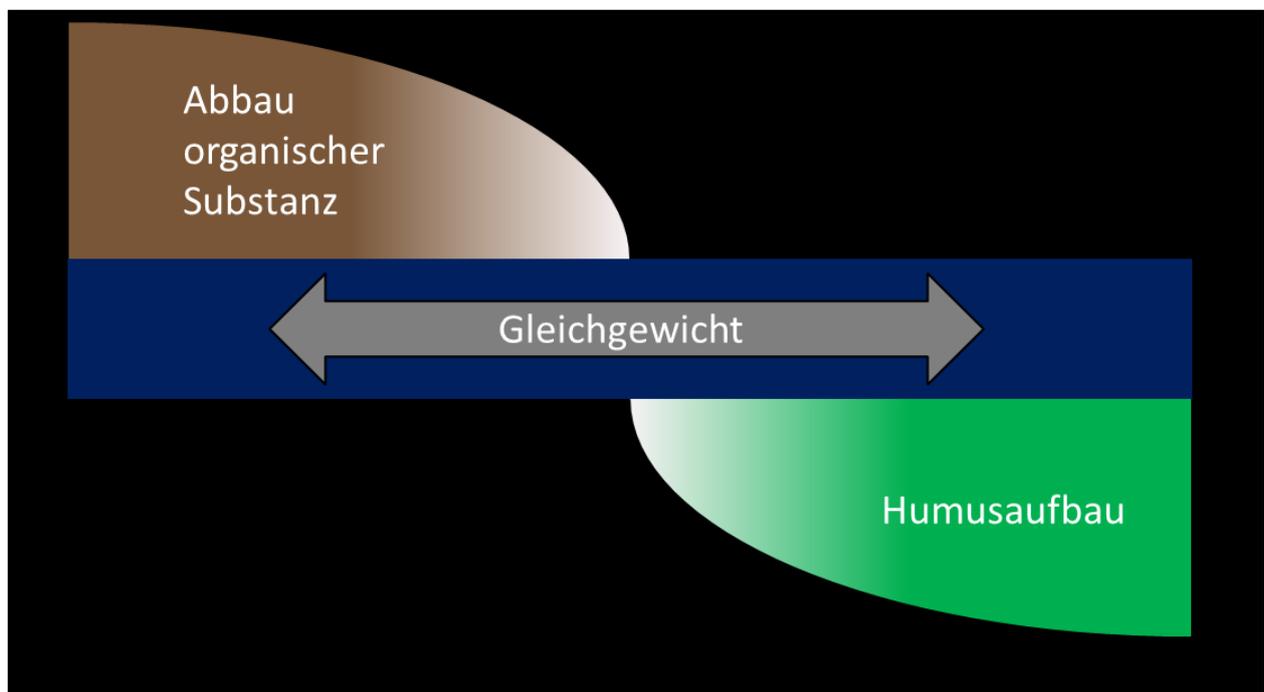


Abbildung 2: Humus ein Fließgleichgewicht (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Wb/Oe)

Am stabilsten gilt dabei die an Schluff oder Ton gebundene organische Substanz, die oft erwähnten Ton-Humus Komplexe, die in ihrer Gesamtheit als Krümelstruktur erscheinen. Diese Ton-Humus-Komplexe bilden sich weitaus häufiger in mittelschweren und schweren Böden (Lehm, Ton)

wie in leichteren sandigen Böden. Folglich entstehen große Unterschiede in den potentiell möglichen Humusgehalten. Auf leichten Standorten ist ein Humusgehalt von 1,5 bis 2 % durchaus bereits als ausreichend anzusehen, auf schweren Böden sind auch im Weinbau durchaus bis zu 3 % möglich. Sandböden sind sehr reaktiv, d.h. sie sind schnell erwärmbar, gut belüftet und organische Substanz wird sehr schnell umgesetzt. Zudem sind sie deutlich schlechtere Wasser- und Nährstoffspeicher, was bei allen Bodenbearbeitungsmaßnahmen berücksichtigt werden sollte. Die Standort- und Witterungsverhältnisse spielen in der Humuswirtschaft somit eine übergeordnete Rolle.

Für einen dauerhaften und nachhaltigen Humusaufbau vor Ort sind Begrünungspflanzen in Zukunft unverzichtbar. Diese können in Form vielfältiger Dauerbegrünungen in den Fahrgassen oder als Herbst-/Wintereinsaaten zum Einsatz kommen. Dabei gilt der Leitsatz, je vielfältiger die Pflanzengemeinschaft, desto größer die Humusbildung und der Bodenaufbau. Pilze und Bakterien werden durch die über die Photosynthese gebildeten Assimilate der Begrünung über deren Wurzelausscheidungen (Zucker, organische Säuren, Aminosäuren) ernährt und binden somit den in der Photosynthese in Form von CO_2 aufgenommen Kohlenstoff aus der Atmosphäre in deren Biomasse. Die Mikroorganismen sterben ab oder liefern durch ihre Ausscheidungen den Baustoff zum Aufbau von Ton-Humus-Komplexen. Diese an Schluff oder Ton sorbierte organische Substanz ist äußerst stabil. Der einfachste und effektivste Weg für aktiven Humusaufbau! Gleichzeitig ist mit einer Vielzahl von positiven Effekten auf Bodenstruktur und die mikrobiologische Aktivität der Böden zu rechnen. Wird anschließend nur oberflächlich gestört oder gewalzt können die positiven Effekte einer Herbst-/Wintereinsaat weiter gesteigert werden. Ein flachgründiger (Tiefe < 10 cm) Umbruch im späten Frühjahr (Ende April/Anfang Mai) führt in feuchten Frühjahren zum maximalen Erfolg. Dadurch werden die durch die Wurzeln entstandenen Poren im Boden erhalten, wodurch Gasaustausch und Infiltrationsvermögen bei Starkregenereignissen begünstigt werden. Die gebildete Wurzelbiomasse und die Vielfalt der Begrünung haben dabei einen hohen Einfluss auf Kohlenstoffspeicherung in Form von Humus im Boden. Soweit es Standort- und Witterungsverhältnisse erlauben, sollte somit dauerhaft versucht werden, eine Begrünung im Weinberg zu etablieren.

Humusaufbau und Nährstoffversorgung

Soll über die Begrünungseinsaat die Nährstoffversorgung gewährleistet werden, ist es wichtig, das C:N-Verhältnis der Pflanzen und deren Wurzeln zu beachten. Das C:N-Verhältnis ist das Verhältnis zwischen Kohlenstoff (v.a. faserreiches Material, z.B. Cellulose und Lignin) zu Stickstoff (Eiweiße, Aminosäuren etc.) in der Pflanzenbiomasse. Organisches Material mit einem engen C:N-Verhältnis liefern vor allem Leguminosen (siehe Tabelle 9). Kleearten generieren sehr proteinreiches, organisches Material mit einem C:N-Verhältnis zwischen 10 bis 15 : 1. Hingegen, kann ein ausgereifter Roggenbestand ein Verhältnis von 30 bis 40 : 1 erreichen. Stroh weist ein C:N-Verhältnis von 90 : 1 auf. Je enger das C:N-Verhältnis, desto schneller kann das organische Material von den Bodenorganismen umgesetzt werden. Pflanzenmaterial mit einem engen C:N-Verhältnis wird schnell mineralisiert, bzw. von den Bodenorganismen verstoffwechselt und steht dann in Form von Nährstoffen im Boden zur Verfügung oder wird in Humus gebunden. In der

Regel steigt das C:N-Verhältnis mit dem Alter der Pflanze an. Je älter diese wird, desto mehr faserreiche Lignin- und Celluloseverbindungen werden eingebaut. Diese langkettigen Verbindungen stabilisieren das Pflanzengewebe. Eine gute Mischung aus verholzten und frischen, eiweißreichen Pflanzenrückständen wäre wünschenswert, um einerseits genügend Futter für die Bodenorganismen bereitzustellen und andererseits auch Lebensräume für kleinere und größere tierische Bewohner innerhalb der verholzten Stängel zu schaffen. Vielfalt führt auch im Boden zu einer hohen Fruchtbarkeit, Ertragssicherheit und der größten natürlichen Widerstandskraft.

C:N Verhältnisse ausgewählter Herbst-/Winter - Begrünungspflanzen		
Pflanzenart	C:N oberirdisch	C:N Wurzel
Leguminosen		
Klearten	10-20	10-15
Wicken	10-15	10-15
Bohne/Erbse	10-15	15-20
Gräser/Getreide		
Winterroggen	10-40	20-25
Rauhafer	20-30	25-40
Sorghum	30-40	30-50
Kreuzblütler		
Gelbsenf	15-25	40-50
Ölrettich	20-30	30-40
Leindotter	15-25	30-40

Tabelle 9: C:N-Verhältnisse ausgewählter Begrünungspflanzen (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Wb/Oe)

Humusnachfuhr in Junganlagen

Da noch nicht im Ertrag stehende Anlagen den Regelungen der DüV nicht unterliegen, ist teilweise die Vorstellung anzutreffen, hier handele es sich um einen rechtsfreien Raum, in dem die Ausbringung von organischen Düngern/Bodenabdeckungen keinen Beschränkungen unterliegt. Dies ist ein Irrtum! Jegliche Ausbringung von Düngemitteln muss im Einklang mit den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis stehen. Dazu gehört zweifellos nicht die Ausbringung von Düngemitteln in einer Menge und Beschaffenheit, die erhöhte Risiken für den Eintrag von Nitrat und

Phosphat in Grundwasser und Oberflächengewässer erwarten lässt. Dabei ist zu bedenken, dass Junganlagen mit 20 kg N/ ha und Jahr einen viel niedrigeren Nährstoffbedarf als Ertragsanlagen aufweisen.

- Eine Humusdüngung ist nur in den Versorgungsstufen A und B (Unterversorgung) statthaft, ansonsten nur als Erhaltungsdüngung (Versorgungsstufe C).
- Voraussetzung ist die Ermittlung des Humusgehaltes in 0-30 cm Tiefe mit Bodenprobe.
- Die in den Humusdüngern enthaltene Stickstoffmenge sollte für einen Dreijahreszeitraum 120 kg Gesamt-N/ha nicht übersteigen. Im Falle von Trestern entspräche das einer Menge von rund 20 t/ha.
- Dabei muss jedoch betont werden, dass für die die Einsatzzwecke des Erosionsschutzes bzw. des Humusaufbaus Trester ein eher weniger gut geeignetes Produkt ist. Produkte mit weitem C/N-Verhältnis, niedrigen Stickstoffgehalten und hohem Anteil holziger Bestandteile wären weitaus besser geeignet, da sie in größeren Mengen ausbringbar sind und sich langsamer zersetzen. Dies wären vorrangig Stroh und holzreiche Strauch-/Grün-schnitthäcksel in möglichst grober Stückelung.

3 Pflanzenschutz im ökologischen Weinbau

3.1 Grundlagen und Richtlinien

Mit der Öko-Verordnung (EU) 2018/848 des Europäischen Parlaments und des Rates und den Durchführungsverordnungen (EG) Nr. 889/2008 vom 05.09.2008 und (EG) Nr. 1235/2008 vom 08.12.2008 (beide geändert durch die Durchführungsverordnung (EU) 2018/1584) wurden für alle Mitgliedsstaaten verbindliche Rahmenvorschriften zur Erzeugung und Kennzeichnung von Produkten des ökologischen Landbaus, für die Kontrolle dieser Vorschriften und die Einfuhren aus Drittländern erlassen. Für Lebensmittel und landwirtschaftliche Erzeugnisse ist der Bio-/Öko-Begriff somit gesetzlich geschützt.

Die Richtlinien ökologischer Anbauverbände gehen über diese Vorschriften hinaus (z. B. ECO-VIN, Bioland, Naturland oder Demeter).

3.2 Umstellung

Nach der Öko-Verordnung (EU) beginnt die Umstellung auf ökologische Bewirtschaftung, wenn der Erzeuger seinen Betrieb und seine Flächen dem vorgeschriebenen Kontrollsystem durch Abschluss eines Kontrollvertrages mit einer privaten Kontrollstelle unterstellt und seine Tätigkeit bei der zuständigen Behörde gemeldet ist. Der Umstellungszeitraum beträgt bei mehrjährigen Kulturen wie den Reben 36 Monate vor der ersten Ernte, die als Ökoware vermarktet werden soll.

3.3 Grundlagen

Grundsätzlich sollen alle weinbaulichen Maßnahmen zum Aufbau der Widerstandskraft der Rebe dienen. Grundlage stellt ein gesunder, intakter Boden dar, der durch Bodenbegrünung und organische Düngung erhalten werden soll. Hinzu kommen eine geeignete Sortenwahl, die Erziehungsform, kulturtechnische Maßnahmen und der Anschnitt.

Der Einsatz von Herbiziden, chemisch-synthetischen Insektiziden, Akariziden, Nematiziden und organischen Fungiziden ist verboten.

Der ökologische Pflanzenschutz erfordert ein vorausschauendes Denken. Da die erlaubten Mittel meist keine kurative Wirkung zeigen, muss vorbeugend und rechtzeitig appliziert werden. Dies bedingt, dass die Biologie und die Infektionsbedingungen der Schaderreger bekannt sind.

Folgende Pflanzenschutzmaßnahmen sind im ökologischen Weinbau möglich:

- Verwendung von pflanzlichen Hemmstoffen
- Anwendung von Mikroorganismen (z.B. *Bacillus thuringiensis*)

- mineralische Komponenten: Kieselsäure, schwefelsaure Tonerde
- repellent wirkende pflanzliche oder tierische Duftstoffe (z. B. Aminosol-PS)
- Einsatz und Förderung von Nützlingen (Raubmilben)
- Pheromone (Verwirrmethode beim Traubenwickler)
- Netzschwefel, Rapsöle und Kupferpräparate

3.4 Pflanzenschutz- und Pflanzenstärkungsmittel

Die im ökologischen Weinbau eingesetzten Schwefel-, Kupfer-, Rapsöl- und B.t.-Präparate sind Pflanzenschutzmittel. Sie müssen daher sowohl eine nationale Zulassung besitzen als auch in der Durchführungsverordnung (EU) 2021/1165 gelistet sein.

Viele der im ökologischen Weinbau verwendeten Präparate zählen nicht zu den Pflanzenschutz- sondern zu den Pflanzenstärkungsmitteln.

Die Produktgruppe der Pflanzenstärkungsmittel wurde im Zuge der Neuordnung des Pflanzenschutzrechtes neu definiert. Gemäß § 2 Nr. 10 Pflanzenschutzgesetz (PflSchG) gelten als Pflanzenstärkungsmittel.

Stoffe und Gemische einschließlich Mikroorganismen, die ausschließlich dazu bestimmt sind, allgemein der Gesunderhaltung der Pflanzen zu dienen, soweit sie nicht Pflanzenschutzmittel nach Artikel 2 Absatz 1 der Verordnung (EG) Nr. 1107/2009 oder dazu bestimmt sind, Pflanzen vor nichtparasitären Beeinträchtigungen zu schützen.

Mittel, bei denen die Versorgung der Pflanzen mit Nähr- und Spurenstoffen und die Anregung des Wachstums im Vordergrund stehen, sind eher als Pflanzenhilfsmittel oder Bodenhilfsstoffe einzuordnen. Diese Produktgruppen unterliegen dem Düngemittelrecht.

Das Inverkehrbringen von Pflanzenstärkungsmitteln ist in § 45 Pflanzenschutzgesetz geregelt. Folgende Voraussetzungen müssen erfüllt sein:

- Bei bestimmungsgemäßer und sachgerechter Anwendung dürfen Pflanzenstärkungsmittel keine schädlichen Auswirkungen auf die Gesundheit von Mensch und Tier, das Grundwasser sowie keine sonstigen nicht vertretbaren Auswirkungen, insbesondere auf den Naturhaushalt haben.
- Das Inverkehrbringen muss zuvor beim Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) angezeigt werden.
- Pflanzenstärkungsmittel müssen entsprechend den Vorschriften des Pflanzenschutzgesetzes gekennzeichnet sein. Unter Umständen kann das Gefahrstoffrecht zusätzliche Kennzeichnungen verlangen.

Das BVL kann das Inverkehrbringen untersagen, wenn Anhaltspunkte dafür vorliegen, dass das Produkt nicht die Definition eines Pflanzenstärkungsmittels erfüllt oder schädliche Auswirkungen auf die Gesundheit von Mensch und Tier, das Grundwasser oder den Naturhaushalt hat.

Weitere Hinweise zu den Rechtsgrundlagen und zum Mitteilungsverfahren sind im Internet des BVL abrufbar: www.bvl.bund.de/pstm

Pflanzenstärkungsmittel müssen nicht in der Öko-Verordnung aufgeführt sein. Sie dürfen aber angewandt werden, wenn sie in die Liste des BVL aufgenommen worden sind. Unabhängig davon können die Richtlinien der Öko-Anbauverbände bestimmte Pflanzenstärkungsmittel vom Einsatz ausschließen oder deren Anwendung einschränken.

Bei der Listung werden Pflanzenstärkungsmittel nicht auf ihre Wirksamkeit überprüft.

Die aktuelle Liste kann abgerufen werden unter:

https://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Downloads/04_Pflanzenschutzmittel/PflStM_liste.pdf

4 Krankheiten und Schädlinge

In den folgenden Kapiteln werden die Lebensweise und die Ausbreitung der einzelnen Schaderreger beschrieben. Im Anschluss werden die möglichen Bekämpfungsmethoden erläutert, wobei auf die in Kapitel 2 bereits genannten, unterstützend wirkenden anbau- und kulturtechnischen Maßnahmen nicht mehr im Einzelnen eingegangen wird.

Bei den Bekämpfungsmitteln werden nur Pflanzenschutzmittelgruppen erwähnt. Da die Zulassung einzelner Mittel ständigen Veränderungen unterliegt, ist es nicht sinnvoll, an dieser Stelle einzelne Mittel näher zu beschreiben. Aktuelle Informationen zur Auswahl und zum Einsatz von Pflanzenschutzmitteln sind in der einschlägigen Fachpresse, im Internet und vor allem in den aktuellen Hinweisen der regional zuständigen amtlichen Weinbau- und Rebschutzinformationsdiensten zu finden.

4.1 Pilzkrankheiten

4.1.1 Allgemeines

4.1.1.1 Bekämpfungsstrategien

Der Beginn der Bekämpfung einer bestimmten Pilzkrankheit hängt im Einzelfall von der Lebensweise des jeweiligen Erregers und dem Zeitpunkt des ersten Auftretens ab. In der Praxis besteht hauptsächlich aus arbeitswirtschaftlichen Überlegungen der Wunsch, die Bekämpfung mehrerer Krankheiten und gegebenenfalls auch die Bekämpfung von Schädlingen zu kombinieren und in allen Anlagen in gleicher Weise durchzuführen. Nicht immer ist dies jedoch sinnvoll und durchführbar. Treten bestimmte Krankheiten und Schädlinge nur in einzelnen Anlagen auf, sollte auch nur dort eine Bekämpfung durchgeführt werden. Treten mehrere Krankheiten und Schädlinge gemeinsam auf, richtet sich der **Beginn der Rebschutzmaßnahmen** eines Betriebes **nach dem zuerst zu erwartenden Befall**. Es hängt dann vom Einzelfall ab, welche Bekämpfungsmaßnahmen miteinander kombiniert werden können.

Beispiele:

Phomopsis tritt meist nur in einzelnen Rebanlagen auf, dies allerdings sehr früh. Damit richtet sich der **erste Bekämpfungstermin** nach dieser Krankheit, allerdings nur in entsprechend gefährdeten Anlagen.

Bei warmer und trockener Witterung sowie schnellem Wachstum steht der Echte Mehltau (Oidium) im Vordergrund der Bekämpfung und erfordert erste Bekämpfungsmaßnahmen.

Umgekehrt sind bei nassen Wetterbedingungen (Regenfälle) erste Behandlungen gegen den Falschen Mehltau (Peronospora) einzuleiten.

Ähnlich verhält es sich mit den **Spritzabständen**. So wird in der Regel die Bekämpfung von Peronospora und Oidium kombiniert. Eine getrennte Bekämpfungsstrategie für beide Krankheiten ist allenfalls im Vorblütbereich, sonst aber wenig sinnvoll und in der Praxis nicht durchführbar. Wenn Bekämpfungsmaßnahmen mehrmals hintereinander kombiniert werden sollen, muss sich der Spritzabstand nach der Krankheit richten, deren Befallsdruck momentan am höchsten ist.

Die **Spritzung in die abgehende Blüte** ist einer der wichtigsten Bekämpfungstermine, weil die jungen Beeren nach dem Abwerfen der Blütenköppchen vollkommen ungeschützt sind. Unabhängig davon, wie lange die vorhergegangene Spritzung zurückliegt, sind die Beeren mit einem ersten Mittelbelag zu versehen. Die Behandlung sollte in der Regel erfolgen, wenn 80 % der Blütenköppchen abgeworfen sind, gegebenenfalls sind gestaffelte Behandlungen durchzuführen. Ein Abwarten bis zum Ende der Blüte würde das Befallsrisiko in den meisten Jahren unnötig erhöhen.

In Jahren, in denen die Blüte aufgrund kühler Witterung stark verzögert abläuft, ist es oft nicht zu vermeiden, auch in die Blüte zu spritzen. Witterungsbedingungen, die zu einem verzögerten Verlauf der Reblüte führen, fördern häufig auch den Infektionsdruck durch pilzliche Krankheitserreger. Im Hinblick auf den Blüteverlauf bringt eine solche Spritzung keine Nachteile, wohl aber aus arbeitswirtschaftlicher Sicht. Beeren, deren Blütenköppchen bereits unmittelbar nach der Behandlung abgefallen sind, sind dann wiederum nicht geschützt. Somit macht eine Spritzung in die Blüte die obligatorische Spritzung in die abgehende Blüte nicht überflüssig, was dann zu einer höheren Behandlungszahl führen kann.

Die **Abschlussbehandlung** wird in der Praxis zum Termin Ende Juli/Anfang August oft zu früh durchgeführt. Hintergrund des frühen Termins zur Abschluss-spritzung ist die Überlegung, dass Peronospora und Oidium die Beere ab Reifebeginn nicht mehr befallen können. Dabei wird nicht berücksichtigt, dass auch das Laub noch vor Spätinfektionen geschützt werden muss, um dessen Photosyntheseleistung nicht vorzeitig zu mindern. Gerade am Ende der Vegetationsperiode ist der Infektionsdruck häufig sehr hoch. Daher empfiehlt es sich, die Abschluss-spritzung gegen Pilzkrankheiten erst zum Termin "Reifebeginn" (ES 81) durchzuführen. Bei der Mittelwahl zur letzten Spritzung ist auf die Wartezeit zu achten. Diese sollte 35 Tage nicht überschreiten, um auch bei unvorhergesehener früher Lese die entsprechenden Wartezeiten einhalten zu können.

4.1.1.2 Antiresistenz-Management

Zur Erhaltung der Wirksamkeit der zur Verfügung stehenden Fungizide kommt der Beachtung des Anti-Resistenz-Managements (ARM) eine wichtige Bedeutung zu. Werden spezifisch wirkende Fungizide zu häufig hintereinander angewendet (sogenannte Blockspritzungen), besteht bei den verschiedenen Pilzkrankheiten die Gefahr der Resistenzbildung bzw. der Ausbreitung resistenter Stämme. Dies kann unter Umständen sogar bis zum völligen Wirkungsverlust der Mittel führen.

Vor allem bei den Krankheiten, bei denen häufige Behandlungen notwendig sind (z. B. *Peronospora*, *Oidium*), sowie bei *Botrytis* ist das Risiko der Resistenzbildung hoch. Um Resistenzentwicklungen zu verhindern sind die Grundsätze des Anti-Resistenz-Managements bei der Planung der Spritzfolge zu berücksichtigen.

Grundsätze des Antiresistenz-Managements:

- Bevorzugt vorbeugende Bekämpfung anstreben
- Gute Applikationstechnik sicherstellen (z. B. angepasste Fahrgeschwindigkeit)
- Gebrauchsanweisungen der Hersteller beachten (Anwendungskonzentration usw.)
- Nutzung kulturtechnischer Maßnahmen zur Befallsvorbeugung
- Wechsel von Fungiziden mit unterschiedlichen Wirkungsmechanismen (Wirkstoffgruppenwechsel)

Wichtigster Punkt des Antiresistenz-Managements ist der Wechsel der Wirkstoffgruppen. Beim Einsatz spezifisch wirkender Fungizide ist daher grundsätzlich zu beachten:

Peronospora, Oidium: Maximal 3 Anwendungen pro Vegetationsperiode (über alle Indikationen) mit Fungiziden, die einer gemeinsamen Wirkstoffgruppe angehören.

Botrytis: Bei Spezialbotrytiziden maximal 1 Behandlung pro Mittel in der Vegetationsperiode (aufgrund des hohen Resistenzrisikos bei *Botrytis*).

Weniger gefährdet sind die Produkte, die **unspezifisch** an mehreren Orten im Stoffwechsel des Pilzes angreifen. Bei diesen Produkten ist die Gefahr der Resistenzentwicklung auch bei wiederholter Anwendung gering. Zu den unspezifisch wirkenden Fungiziden gehören beispielsweise die *Peronospora*-Kontaktfungizide mit den Wirkstoffen Folpet, Dithianon und Kupfer.

Aus Sicht des Antiresistenz-Managements kann bei diesen Produkten die maximal zulässige Anzahl an Anwendungen ausgebracht werden. Anwendungsbeschränkungen ergeben sich jedoch für die Produkte beispielsweise durch die unterschiedliche Verträglichkeit gegenüber Raubmilben. Solange es der Befallsdruck in den Weinbergen zulässt, ist aus resistenztechnischer Sicht die Verwendung von unspezifisch wirkenden Kontaktfungiziden zu bevorzugen.

4.1.1.3 Begriffserklärungen und Definitionen zu Fungiziden

Die Gebrauchsanweisung der Hersteller von Fungiziden enthält neben wichtigen Informationen zur Anwendung häufig Hinweise zur Wirkungsweise der Mittel. Dies bezieht sich vor allem auf die Fähigkeit der Wirkstoffe, in das Pflanzengewebe einzudringen und sich dort gegebenenfalls zu verteilen. Damit verbunden ist oftmals eine Aussage zur Wirkungsweise gegenüber einem Schadpilz im Sinne einer kurativen, d. h. heilenden Wirkung, wobei diese Begriffe manchmal zu

Verwirrungen führen können. Daher sollen im folgenden Abschnitt häufige und wichtige Begriffe erläutert und erklärt werden.

Einteilung der Wirkstoffe / Fungizide basierend auf ihrem Eindringungsvermögen:

Kontaktmittel, Kontaktwirkstoffe: Diese Wirkstoffe reagieren mit dem Schaderreger, dringen aber **nicht** in die Rebe ein. Es erfolgt also keine Aufnahme in die Pflanze. Da diese Wirkstoffe an der Oberfläche verbleiben, können sie bei extremen Witterungsbedingungen wie Starkregen und Hagel teilweise abgewaschen werden.

Tiefenwirksame Mittel: Diese Wirkstoffe können bis zu einem gewissen Grad in die Rebe bzw. das behandelte Gewebe eindringen. Manche werden nur in der Wachsschicht oder der Kutikula verteilt und bilden dort eventuell ein Depot, andere dringen in tiefere Schichten der Blätter oder Beeren ein bzw. können in der Pflanze verteilt werden. Folgende Begriffe werden häufig verwendet:

Lokalsystemisch: Der Wirkstoff wird lokal beschränkt von grünen Reborganen aufgenommen. Es erfolgt kein Weitertransport.

Teilsystemisch: Der Wirkstoff wird von der Pflanze aufgenommen, verteilt sich aber in nur geringem Maße, d.h. es erfolgt keine Verteilung in der gesamten Rebe.

Translaminar: Der Wirkstoff wird auf der behandelten Seite vom Rebblatt aufgenommen und gelangt bis zur unbehandelten gegenüberliegenden Seite. Verschiedene Wirkstoffe bilden in der Wachsschicht ein Depot, aus dem heraus die Wirkstoffe verteilt und in tiefer gelegene Blattbereiche eindringen können.

Systemisch: Der Wirkstoff wird teilweise oder vollständig über das Blatt oder die Wurzel aufgenommen und vom Transportsystem der Pflanze, d.h. im aufsteigenden Saftstrom (akropetal) oder im absteigenden Saftstrom (basipetal) verteilt. Als Synonym wird häufig der Begriff „vollsystemisch“ verwendet.

Einteilung der Wirkstoffe bzw. der Fungizide basierend auf ihrer unterschiedlichen Wirkungsweise in drei Gruppen:

Protektiv: Protektiv wirkende Mittel entfalten nur dann eine Wirkung, wenn Reben **vor** dem Eintreffen von Pilzsporen behandelt wurden. Diese Fungizide verhindern eine Sporenkeimung oder das Eindringen eines Pilzes in das Pflanzengewebe. Hierzu zählen **alle** Kontaktmittel und **alle** tiefenwirksamen Mittel. Wirkstoffe, die in das Pflanzengewebe eindringen können, bieten gegenüber reinen Kontaktmitteln den Vorteil, dass ein Erreger an mehreren Stellen bekämpft werden kann (äußerer und innerer Schutz).

Kurativ: Kurative Mittel besitzen eine Wirkung gegenüber Pilzen in bereits befallenen Reben. Diese können durch eine Anwendung möglicherweise „geheilt“ werden. Eine mögliche Kurativleistung beispielsweise gegenüber dem Falschen Mehltau ist nur bei Fungiziden zu erwarten, deren Wirkstoffe in das infizierte Gewebe eindringen können. Dies ist nur möglich, wenn eine Behandlung sehr zeitnah nach einer Infektion (maximal 1 bis 2 Tage nach einer Infektion), auf jeden Fall vor Ablauf der Inkubationszeit, erfolgt. Sowohl der Wirkstoff, der Zeitpunkt der Anwendung und die Erregerart sind entscheidend für eine Kurativleistung der einzelnen Mittel.

Eradikativ: Eradikative Mittel können einen bereits etablierten Befall abstoppen. Die sichtbaren Symptome verschwinden nach einer Behandlung nicht, der Pilz wird aber abgetötet. Eine eradikative Wirkung ist nur bei solchen Fungiziden zu erwarten, deren Wirkstoffe auch in das infizierte Gewebe eindringen können.

4.1.2 *Peronospora (Plasmopara viticola, Falscher Mehltau)*

Krankheitsbild

Alle grünen Rebeile können befallen werden. Blattinfektionen sind ab Mai möglich. Auf befallenen Blättern werden zunächst gelblich-ölige Aufhellungen (Ölflecken) sichtbar, die bei Rotweinsorten auch gelb-rötlich erscheinen können. Kurz danach erscheint an diesen Stellen auf der Blattoberseite ein weißer Pilzrasen (Ausbruch, Abbildung 2), gefolgt von einer Nekrosebildung (abgestorbenes, braunes Blattgewebe). Bei starkem Befall fallen die Blätter ab (Blattfallkrankheit!). Auch Blüten und Beeren können befallen werden. An Gescheinen und jungen Beeren wird dann ebenfalls ein weißer Pilzrasen sichtbar. Ab Erbsengröße der Traubenbeeren entsteht kein Pilzrasen mehr, sondern der Pilz wächst im Beereninnern; die Beeren färben sich bläulich-violett (Lederbeeren, Abbildung 3). Nach dem Erreichen dieses Entwicklungsstadiums können Beeren nicht mehr infiziert werden.

Lebensweise

Der Pilz ist ein obligater Endoparasit und wirtsspezifisch. Das bedeutet: Der Pilz dringt in die infizierten Reborgane ein und kann auch nur die Weinrebe befallen. Er ist stets auf grünes Rebeile angewiesen. Die Überwinterung erfolgt in Form von Wintersporen (Oosporen) in befallenen Reblaub und Trauben auf bzw. im Boden. Die dickwandigen Wintersporen sind Überdauerungssporen und über mehrere Jahre lebensfähig. Der erste Befall (Primärinfektion, Bodeninfektion) kann erst bei mindestens 8 °C Bodentemperatur und gut durchfeuchtetem Erdreich stattfinden. Die Wintersporen bilden einen Keimschlauch mit einem gestielten Primärsporangium an dessen Ende. Diese Sporangien können durch Niederschläge auf grüne Rebeile verfrachtet werden und entlassen dort bis zu 60 bewegliche Sporen (Schwärmosporen, Zoosporen). Mit Hilfe von

zwei Geißeln bewegen sich diese Zoosporen bis zu einer Spaltöffnung und bilden einen Keimschlauch, der als Pilzhyphe durch die Spaltöffnung in die Zellzwischenräume des Blattgewebes einwächst. Durch Verzweigung der Pilzhypfen entwickelt sich das auch als „Myzel“ bezeichnete Pilzgeflecht. Von den Hypfen ausgehend bilden sich „Saugfortsätze“ (Haustorien) in den Blattzellen, wodurch der Pilz seine Nahrung bezieht. Auf dem Blatt werden dadurch die sogenannten „Ölflecken“ sichtbar (Abbildung 3).



Abbildung 3: Blattsymptome der Peronospora: „Ölflecken“ auf der Blattoberseite (links) und Pilzrasen (Ausbruch) auf der Blattunterseite (rechts), (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)



Abbildung 4: Peronosporabefall am Geschein (links), Traube mit „Lederbeeren“ (rechts), (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)

Die Zeit von der Infektion bis zum Sichtbarwerden des "Ölfleckes" bezeichnet man als Inkubationszeit. Die Dauer der Inkubationszeit ist temperaturabhängig (Abbildung 5). Unter optimalen Bedingungen dauert die Inkubationszeit nur 4 bis 5 Tage. Nach Ablauf der Inkubationszeit wachsen bei Temperaturen ab ca. 12 °C, Dunkelheit und mehrstündiger Blattnässe durch Regen oder Tau neue Sporangienträger durch die Spaltöffnungen. Die daraus entlassenen Zoosporen führen bei Feuchtigkeit auf der Blattunterseite und Temperaturen zwischen 6 °C und 30 °C zur zweiten

Infektion. Der vorgenannte Ablauf wiederholt sich im Laufe des Sommers vielfach. Bei für Peronospora günstigen Witterungsbedingungen kommt es zu weiteren Infektionen, so dass sich die Krankheit epidemieartig ausbreiten kann.

Sommersporenform

Die Entwicklung erfolgt im Jahr mehrmals aufeinander.

- 1 Schnitt durch ein Rebblatt mit dem zwischen den Zellen wuchernden Pilzgeflecht
- 2 Querschnitt eines Rebblattes. Aus der Spaltöffnung herauswachsende Sporenträger mit Sporenbehältern
- 3 Sporenbehälter mit austretenden Schwärmsporen
- 4 Schwärmsporen
- 5 Schwärmer, Schwimmfäden abgestoßen
- 6 Keimschlauch
- 7 In die Öffnung eines Blattes einwachsender Keimschlauch

Geschlechtliche Entwicklungsform

Bildung von befruchtenden Dauersporen (Wintersporen)

- 1a Befruchtung der weiblichen Zelle
- 2a Dickhäutige, Befruchtete Dauerspore (Winterspore)
- 3a Keimschlauch mit Primärsporenbehältern, aus dem bis 60 Schwärmsporen hervorgehen

Zwischen dem Ausbruch und der Neuinfektion vergehen bei günstigen Bedingungen oftmals nur 4 Stunden. Besonders bei gewittrigen Starkregen können bis in den Sommer hinein Boden- und Blattinfektionen nebeneinander auftreten. Vorwiegend im Herbst bilden sich in befallenem Gewebe neue Oosporen (Wintersporen) als Voraussetzung für die Primärinfektion im kommenden Jahr.

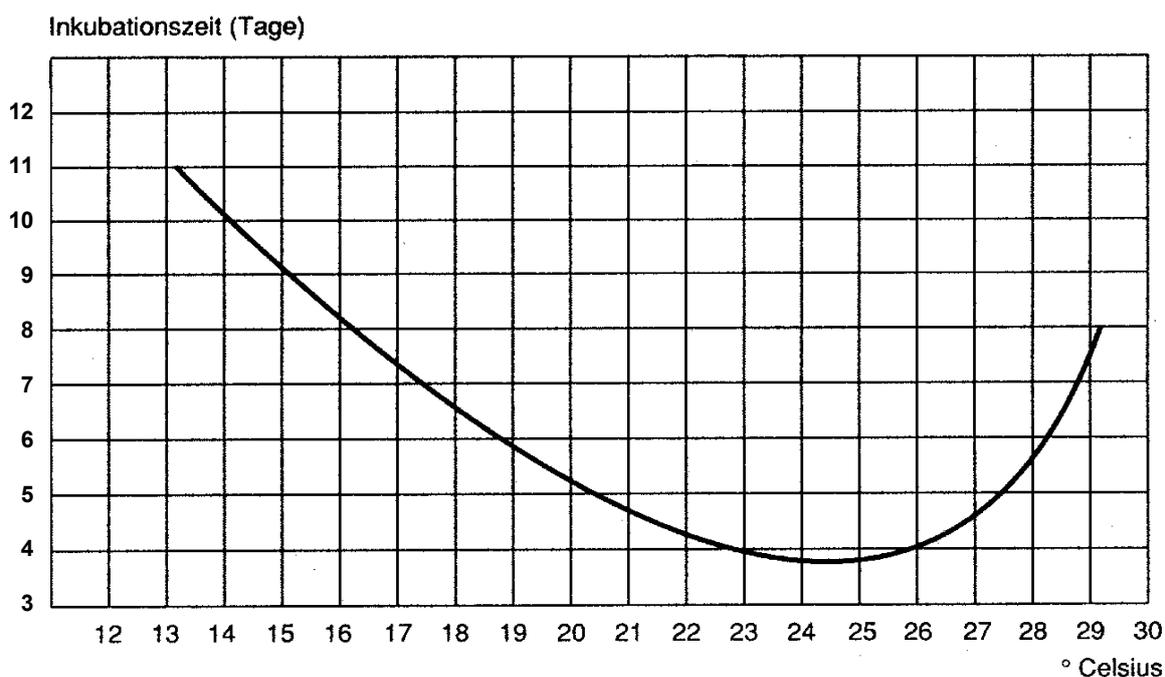


Abbildung 5: Inkubationszeitkurve der Rebenperonospora (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)

Bekämpfung

Der Termin für die erste Bekämpfung der Peronospora kann recht einfach und damit für die Praxis ohne größere Hilfsmittel, aber auch recht differenziert mittels Agrarwetterstationen ermittelt werden. Praxisüblich ist bisher folgende Vorgehensweise:

Der amtliche Rebschutzdienst informiert darüber, ab wann die Keimfähigkeit der Wintersporen erreicht ist, was bei entsprechender Witterung zur Primärfektion führen könnte. Von einer Primärfektion muss ausgegangen werden, wenn nachfolgende Bedingungen erfüllt sind (so genannte 10er-Regel):

- Mindestens 10 mm Regen (zumindest teilweise als Platzregen) innerhalb von 2 - 3 Tagen
- Mindestens 10 °C Lufttemperatur in diesem Zeitraum
- Mindestens 10 cm Trieblänge, da dann erst die Spaltöffnungen voll ausgebildet sind.

Ab dem Datum der Primärfektion wird die voraussichtliche Inkubationszeit dazugerechnet. Die Inkubationszeit wird anhand der jeweils regional ermittelten Temperaturverläufe vom amtlichen Rebschutzdienst ermittelt und bekannt gegeben. Vor Ablauf der Inkubationszeit ist zu behandeln, um die Zweitinfektion zu verhindern. Da die Inkubationszeit bei günstigen Witterungsbedingungen bis auf 4 Tage zurückgehen kann und bei aufeinander folgenden Regenereignissen ständig Infektionen stattfinden können, ist im weiteren Verlauf ein wirksamer Mittelbelag auf den grünen Rebteilen vorzuhalten.

Die weiteren Spritzungen bzw. Spritzabstände haben sich dann nach dem Witterungsverlauf, dem Ausmaß des Neuzuwachses sowie der Wirkungsdauer der eingesetzten Mittel zu richten. Die Abschlussbehandlung erfolgt zu Reifebeginn (Rebentwicklungsstadium 81, ES 81). Bei der Bekämpfung in **Jungfeldern und Rebschulen** ergeben sich geringfügige Abweichungen. Aufgrund des starken Neuzuwachses sind diese ab Mitte Juni bis Anfang September bei Verwendung von Kontaktfungiziden alle 8-10 Tage, bei Verwendung lokalsystemischer Mittel im Abstand von 10-14 Tagen zu behandeln.

Neben der beschriebenen bisher üblichen Vorgehensweise, besteht auch die Möglichkeit Peronospora auf der Basis von **Prognosemodellen** zu bekämpfen. Das Grundprinzip dieser Modelle ist die genaue Messung der für die Lebensweise und das Auftreten relevanter Daten (vor allem Niederschläge, Blattnässe, Temperatur). Da gewittrige Niederschläge regional sehr unterschiedlich auftreten, ist je nach Geländestruktur ein mehr oder weniger dichtes Netz von Agrarwetterstationen notwendig. Alternativ können über sogenannte Thermohygrographen oder einfache Wetterstation wertvolle Daten erhoben und für eine Bekämpfungsstrategie genutzt werden. Auf die nähere Beschreibung von Prognosemodellen wird hier verzichtet.

4.1.3 Oidium (*Erysiphe necator*, *Oidium tuckeri*, Echter Mehltau, Äscherich)

Krankheitsbild

Im Frühjahr zeigt sich der erste Befall häufig an den jungen Trieben, die dann im Wachstum zurückbleiben und einen grau-weißen Belag aufweisen (Zeigertriebe). Dieser wird verursacht durch das auf der Oberfläche wachsende Myzel und den sich daran bildenden Sporen. Von hier aus verbreitet sich der Pilz und kann dann alle grünen Rebteile infizieren. Der auf den infizierten Rebteilen erscheinende, weiß-graue, mehlig Belag lässt sich leicht abwischen. Das Myzel wächst auf der Oberfläche der grünen Rebteile und dringt nur mit Saugorganen (Haustorien) in das Pflanzengewebe ein. Infektionen am grünen Trieb und später auch am Holz sind an den so genannten Oidiumfiguren zu erkennen (Abbildung 6). Diese besitzen eine lila-schwarze Farbe und eine unregelmäßige Form und sind nur am einjährigen Holz sichtbar. Blattbefall beginnt in der Regel an der Blattunterseite, breitet sich aber in der Regel auf die Blattoberseite aus. Trauben können von Oidium bis zum Weichwerden der Beeren befallen werden. Die Beerenhaut wird zerstört, die Beeren platzen auf, und die Samen werden sichtbar (sogenannter Samenbruch, Abbildung 7). Der muffige Geruch, den die Trauben nach Oidiumbefall aufweisen, und die häufig folgende zusätzliche Fäulnis machen die befallenen Trauben für die Weingewinnung unbrauchbar.



Abbildung 6: Junger Trieb mit Oidiumbefall (Zeigertrieb, links), „Oidium-Figuren“ am einjährigen Holz, rechts gesunder Trieb (Abbildung rechts), (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)



Abbildung 7: Traube mit starkem Oidiumbefall (links), „Samenbruch“ (rechts), (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)

Lebensweise

Der Pilz ist ein obligater Ektoparasit und wirtsspezifisch, das heißt, er ist stets auf grünes Rebengewebe angewiesen und wächst auf der Pflanzenoberfläche. Die Überwinterung erfolgt unter unseren Klimabedingungen als Myzel zwischen den Knospenschuppen der Winteraugen. Eine Überwinterung in Fruchtkörpern (Kleistothecien), wie sie vor allem in südlicheren Ländern von Bedeutung ist, tritt ebenfalls auf. Bei Knospenbefall breiten sich die Hyphen mit Beginn des Knospenwachstums auf dem Pflanzengewebe aus. Damit ist ein Befall ab Austrieb möglich. Aus den befallenen Trieben werden die so genannten Zeigertriebe, an denen eine sehr große Zahl an Konidienträgern und Konidien entsteht. Die Konidien werden durch den Wind schnell verbreitet.

Gelangen die Sporen auf grünes Rebengewebe, bilden sie bei Temperaturen ab 5 °C und ab 40 % relativer Luftfeuchtigkeit einen Keimschlauch aus, der sich wieder zur Hyphe entwickelt. Im Gegensatz zur *Peronospora* benötigen sie dazu kein tropfbares Wasser.

Die Hyphen breiten sich auf dem Pflanzengewebe aus und bilden ein Hyphengeflecht, das sogenannte Myzel. Die Hyphen heften sich dabei mit so genannten *Appressorien* (Haftscheiben) an

der Oberfläche von Epidermiszellen fest und treiben ein *Haustorium* (Saugfortsatz) in das Innere der Zellen, um damit Nahrung aufzunehmen. Erhöhter Befallsdruck entsteht besonders bei Hochdruckwetterlagen mit kühlen Nächten und warmen Tagen, verbunden mit hoher Luftfeuchtigkeit. Diese Wetterkonstellation führt nachts aufgrund einer hohen Luftfeuchtigkeit zur Taubildung. Die Taubildung wiederum fördert die Sporenkeimung, und die hohen Tagestemperaturen fördern das Myzelwachstum. Auch wenn sich bei unbeständigem Wetter Regenschauer und Phasen mit hoher Luftfeuchtigkeit abwechseln, steigt die Oidiumgefahr an. Langanhaltende Blattnässe dagegen hemmt die Entwicklung des Pilzes.

Bekämpfung

Bei starkem Vorjahresbefall, sichtbar an den so genannten "Oidiumfiguren" auf dem einjährigen Holz, ist eine Bekämpfung ab dem Dreiblatt- bis Fünfblatt-Stadium (ES 13 – ES 15) empfehlenswert. Ansonsten reicht es aus, erst bei Eintreten von für den Pilz günstigen Witterungsbedingungen mit der Bekämpfung zu beginnen. In den Hinweisen des amtlichen Rebschutzdienstes wird rechtzeitig auf eine derartige Situation hingewiesen.

Da sich das Myzel von Oidium auf der Pflanzenoberfläche ausbreitet, besteht gegebenenfalls die Möglichkeit, durch Bekämpfung des Myzels die weitere Verbreitung einzudämmen. Dies kann aber nur durch entsprechend zugelassene Mittel mit einer kurativen bzw. eradikativen Wirkung erfolgen. Geschädigte Zellen können aber nicht mehr geheilt werden. Die vorbeugende Bekämpfung steht daher auf alle Fälle im Vordergrund.

Die letzte Bekämpfung hat, wie bei *Peronospora*, zu Reifebeginn (ES 81) zu erfolgen. Auch wenn die Beeren ab Reifebeginn nicht mehr befallen werden können, ist Spätbefall an den Blättern wegen des damit verbundenen Mostgewichtsverlustes als kritisch zu betrachten.

Als Bekämpfungsmittel stehen schwefelhaltige Oidium-Präparate, Kaliumhydrogencarbonate und „organische Oidiumfungizide" zur Verfügung. Im Vorblütebereich wird vorrangig Netzschwefel empfohlen. Mit dem Einsatz von Schwefel vor der Blüte wird die Anwendung organischer Oidiumfungizide reduziert und damit eventuellen Resistenzen entgegengewirkt. Außerdem besitzt Schwefel in der hohen vor der Blüte empfohlenen Anwendungskonzentration eine gute Zusatzwirkung gegenüber Kräusel- und Blattgallmilben. Beim Einsatz organischer Oidiumfungizide sind unbedingt die Grundsätze des Anti-Resistenz-Managements (Wirkstoffwechsel, siehe Abschnitt 4.1.1.2) zu beachten.

Anhand der von lokalen Agrarmessstationen aufgezeichneten Wetterdaten kann der Befallsdruck ermittelt und davon abgeleitet der notwendige Spritzabstand für einzelne Mittel festgelegt werden. Je höher der Befallsdruck und der Zuwachs ist, desto kürzer müssen die Spritzabstände gewählt werden.

4.1.4 Botrytis (*Botrytis cinerea*, Grauschimmel)

Krankheitsbild

Botrytis cinerea ist ein nicht wirtsspezifischer Parasit, der an der Rebe parasitisch grünes Rebengewebe schädigen, aber auch saprophytisch an verholzten Rebsorten (siehe Abbildung 8) und Trauben wachsen kann. Bei länger andauernder Feuchtigkeit überziehen sich alle von dem Pilz befallenen Pflanzenteile (Blätter, Triebe, Trauben, Holz) mit einem für diesen Pilz typischen, grauen Pilzbelag („Grauschimmel“).



Abbildung 8: Holzbefall durch Botrytis, zu erkennen an dem aufgehellten Holz (links) und einer Sporenbildung (rechts), (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)

Lebensweise

Die Überwinterung des Pilzes erfolgt sowohl als Myzel als auch durch Dauerorgane (Sklerotien) an befallenen Pflanzenteilen. Während das Sklerotium als Winterform erst im Frühjahr wieder Sporen (Konidien) bildet, kommt bei unseren klimatischen Verhältnissen das Wachstum des Myzels auch im Winter praktisch nicht zum Stillstand. Von der Rinde wächst das Myzel in die Winterknospe ein, was im Frühjahr beim Austrieb zu Augenausfällen führen kann. Bei extremer Feuchtigkeit werden vom Myzel auch junge Triebe befallen.

Der weitere Befall erfolgt durch Sporenflug. Durch Sporen können alle Rebsorten befallen werden. Eine Keimung der Sporen und Infektionen erfolgen bei lang anhaltender Blattnässe (mindestens etwa 12 h). Für die Ausbreitung des Myzels ist jedoch lediglich erhöhte Luftfeuchtigkeit erforderlich. Optimale Entwicklungsmöglichkeiten bestehen bei Temperaturen ca. zwischen 20 °C und 28 °C. Als Schwächeparasit tritt der Pilz vornehmlich dort auf, wo schon abgestorbenes oder beschädigtes Pflanzengewebe vorhanden ist. Infektionen werden insbesondere durch sehr weiches Gewebe (beispielsweise durch Stickstoff-Übersorgung) oder Beschädigungen des Gewebes (zum Beispiel durch Hagel) erleichtert. Der Pilz kann aber auch die intakte Oberfläche der Beeren und Blätter durchdringen. Durch den Befall wird das Gewebe zerstört, was sich optisch in der

typischen Braunverfärbung zerstörter Zellen zeigt. Der Blattbefall ist wirtschaftlich nicht von Bedeutung.



Abbildung 9: Gescheinsbotrytis (links), durch Botrytis infiziertes Blütenkätzchen (Mitte), Traubenbotrytis (rechts), (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)

Problematisch ist vor allem der Traubenbefall, der in allen Entwicklungsstadien der Traube möglich ist (Abbildung 9). Als Sauerfäule bezeichnet man den Befall der Beere bis etwa 60 °Öchsle. Begünstigt wird dieser Befall, wenn sich die jungen Trauben schlecht „putzen“, d. h. wenn Blütenrückstände länger in der Traube verbleiben und bei feuchter Witterung in Fäulnis übergehen. Gleiches gilt auch für verbliebene Heuwurmgespinste.

Oftmals wird der Botrytisbefall kurz nach der Blüte nicht sofort sichtbar, weil der in dieser Phase noch sehr hohe Säuregehalt der Beeren die Ausbreitung der Krankheit hemmt. Erst etwa ab Reifebeginn tritt auch diese frühe Infektion zu Tage. Werden Beeren durch äußere Einflüsse, wie z.B. Hagel oder Sauerwurmbefall, verletzt, siedelt sich auch hier bei entsprechender Witterung schnell Botrytis an. Ist die Infektion durch verletztes Gewebe erst einmal gesetzt, steigt der Infektionsdruck so an, dass dann auch benachbartes gesundes Gewebe befallen wird. Damit kann es zur starken Ausbreitung von Botrytis kommen.

Botrytisbefall des Stielgerüsts wird als **Stielfäule** bezeichnet. Die Stiele büßen ihre Leitbahnfunktion ein, verlieren ihre Festigkeit, die Beeren werden nicht mehr versorgt und die Traube kann abfallen (Bodentrauben). Nur Bodentrauben, die kurz vor der Lese abgefallen sind, können bedingt noch zur Weingewinnung verarbeitet werden. Trauben, die schon längere Zeit auf dem Boden liegen, sind so unreif oder geschmacklich negativ beeinflusst, dass sie zur Weingewinnung nicht mehr geeignet sind.

Wird die bereits lesereife Beere (ab ca. 60 °Oe) befallen, kann es zur **Edelfäule** kommen. Die Beerenhaut wird porös, das Wasser aus der Beere verdunstet, und die übrigen Beereninhaltsstoffe werden konzentriert. Dies ermöglicht die Gewinnung hochwertiger Auslesen, Beeren- und Trockenbeerenauslesen. Voraussetzung dafür ist, dass die porösen Beeren durch starke Regenfälle nicht ausgewaschen werden. Somit ist die Gewinnung edelfauler Trauben mit hohem Risiko

verbunden. Bei Rotweinsorten ist der Befall in allen Stadien zusätzlich problematisch, da dabei der Farbstoff in der Beerenhaut zerstört wird.

Im Herbst und während milder Winter wird auch das Holz befallen (siehe Überwinterung). Dadurch hellt sich das Holz auf. Damit ist dann der jährliche Befallskreislauf geschlossen. Neben dem bereits geschilderten Augenausfall und dem Befall junger Triebe spielt der Holzbefall bei der Rebenvermehrung eine Rolle. Zunächst wird die Verwachsung der Pfropfpartner gestört. Zusätzlich kann, genau wie bei der erwachsenen Rebe, der junge Austrieb geschädigt werden. Bei unsachgemäßer Lagerung von Pflanzreben zeigt sich dies stellenweise auch noch im Jungfeld.

Bekämpfung

Neben den bereits erwähnten indirekten Bekämpfungsmaßnahmen, die für alle Pilzkrankheiten zutreffen, sind zur indirekten Botrytis-Bekämpfung zusätzlich die Vermeidung zu hoher und zu später Stickstoff-Gaben bzw. eine Stickstoffmobilisierung durch zu späte Bodenbearbeitung (Förderung von Beeren- und Stielhäule) anzuführen. Das Ausblasen der Blütenreste kurz nach der Blüte verringert effektiv den Infektionsdruck, der im Herbst vom Inneren der reifen Trauben ausgeht. Auch die Teilentblätterung der Traubenzone sowie Maßnahmen zur Auflockerung der Traubenstruktur (z.B. Traubenteilen) sind wirksame Methoden der indirekten Botrytis-Bekämpfung.

Eine direkte Bekämpfung des Befalls der Winterknospen ist nicht möglich und des Befalls der jungen Triebe nur bedingt möglich, in der Regel aber auch nicht notwendig. Die Bekämpfung späterer Infektionen muss vorbeugend erfolgen. Als Pflanzenschutzmittel stehen vor allem Kaliumhydrogencarbonate und Spezialbotrytizide zur Verfügung. Entsprechende Wirkstoffe sind teilweise auch in tiefenwirksamen Mischpräparaten zur Oidium-Bekämpfung enthalten und müssen beim Anti-Resistenzmanagement berücksichtigt werden.

Ein Problem bei der chemischen Bekämpfung ist die Fähigkeit des Pilzes, gegen einzelne Wirkstoffe eine Resistenz auszubilden. Daher ist es zwingend notwendig, Spezialbotrytizide mit Wirkstoffen aus der gleichen Wirkstoffgruppe nicht zu häufig anzuwenden, sondern die Wirkstoffe zu wechseln (siehe auch Abschnitt 4.1.1.2). Als Faustformel gilt, dass jeder Wirkstoff nur einmal in der Saison eingesetzt werden soll.

4.1.5 Phomopsis (*Phomopsis viticola*)

Lebensweise und Krankheitsbild

Der Pilz überwintert in bzw. auf der Rinde des einjährigen Holzes und verursacht dort eine weißliche Aufhellung (Weißrutigkeit). Gleichzeitig entstehen dort die Fruchtkörper (Pyknidien), die sich als kleine schwarze Punkte (ca. 0,5-1 mm im Durchschnitt) deutlich vor der aufgehellten Rinde abheben und hauptsächlich an den unteren Internodien sichtbar sind. Im Frühjahr können

bereits ab Temperaturen über dem Gefrierpunkt und ausreichender Nässe-dauer von ca. 12 Stunden Sporen aus den Fruchtkörpern entlassen werden. Dabei entstehen sogenannte Sporenran-ken, in denen die Sporen in einer klebrigen Masse eingebettet sind. Bei Regenereignissen können diese Sporen dann in der Regel nur über kurze Distanzen verbreitet werden. Bereits ab dem Drei-blatt-Stadium (ES 13) können die jungen Blätter und Triebe infiziert werden. Ein Befall ist ab Aus-trieb über die gesamte Vegetationsperiode möglich und äußert sich an den Blättern an kleinen punktförmigen Nekrosen mit hellem Hof und an den Trieben durch punktförmige oder längliche Nekrosen. Bei Starkniederschlägen können Infektionen bis in die Triebspitzen erfolgen.

Durch eine Streckung der Triebe, bedingt durch ein weiteres Wachstum, kommt es zu schiffchen-förmigen Aufreißungen an den zuvor punktförmigen Nekrosen, die nun von einem dunklen Rand umgeben sind. Im Spätsommer und Herbst werden auf dem Holz neue Fruchtkörper gebildet. Die Schädigung des einjährigen Holz führt dazu, dass die unteren Rebaugen nicht oder nur verzögert austreiben. Beim Rebschnitt fehlt gegebenenfalls geeignetes Zielholz und der Stockaufbau kann gestört werden. Möglicherweise kann der Pilz auch in das mehrjährige Holz eindringen und Schä-den verursachen.

Bekämpfung

Bei der Auswahl der Fruchtruten sollte kein befallenes Holz verwendet, und wenn möglich, beim Rebschnitt stark befallene Rebteile entfernt werden. Diese können auf dem Boden verbleiben und gehäckselt bzw. als Mulchmaterial verwendet werden, da keine Infektionen über größere Distanzen aufgrund der nur kurzen Verbreitungswege zu erwarten sind.



Abbildung 10: Weiße Aufhellung der Rinde durch Phomopsisbefall (links), schiffchenförmige Aufreißungen am grünen Trieb (Mitte), Nekrosen mit hellem Hof an Blättern (rechts), (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)

Pflanzenschutzmittel müssen vor möglichen Infektionen eingesetzt werden. Da Infektionsbedin-gungen bereits ab Austrieb gegeben sein können, ist in gefährdeten Anlagen (mit Vorjahresbefall und/oder sichtbaren Fruchtkörpern sowie aufgehellten Trieben) bei entsprechenden Witte-

rungsbedingungen bereits ab ES 09 (Knospenaufbruch) eine erste Behandlung mit einem Kontaktmittel notwendig. Je nach Umfang des Neuzuwachses und den Witterungsbedingungen sind die Spritzungen in 10-14-tägigen Abständen fortzuführen. Da die meisten Fungizide zur Bekämpfung der Peronospora auch eine Zulassung bzw. Wirkung gegenüber der Phomopsis haben, wird bei deren Einsatz ab Beginn der Peronospora-Bekämpfung die Phomopsis mit erfasst. Falls aus bestimmten Gründen ein Fungizid ohne Wirkung gegenüber Phomopsis eingesetzt wird, ist in gefährdeten Anlagen im Vorblütebereich ein entsprechendes Mittel zusätzlich zu verwenden.

4.1.6 Roter Brenner (*Pseudopezicula tracheiphila*)

Krankheitsbild

Auf den Blättern bilden sich im Juni bei weißen Sorten gelbliche, bei roten Sorten rötliche Flecken, die später verbräunen. Die Flecken sind typischerweise durch die Blattadern begrenzt.



Abbildung 11: Blattsymptome des Roten Brenners, scharfe Abgrenzung der befallenen Gewebeteile, (DLR Rheinland, Inst. f. Phyt.)

In der Regel werden nur die basalen Blätter befallen. Diese können verdorren und vom Rebstock fallen. Bei einem schweren Befall können alle Blätter befallen werden. Der dadurch verursachte Verlust an Photosynthesefläche sowie der damit einhergehende Mostgewichtsverlust können in Extremfällen zu über 70 Prozent Ertragsausfall führen. Gescheins- bzw. Traubenbefall (kleine schwarze Punkte) ist eher selten und nur bei sehr hohem Infektionsdruck zu erwarten. Der Pilz tritt hauptsächlich in Rebanlagen auf, die auf steinigem, humusarmem, trockenem und sich schnell erwärmenden Böden stehen, da der Pilz als wärmebedürftig angesehen werden kann.

Lebensweise

Die Überwinterung des Pilzes erfolgt im abgefallenen Reblaub. Bei guter Durchfeuchtung und Temperaturen von mindestens 10° C bilden sich auf den abgefallenen Blättern im Frühjahr Fruchtkörper (Apothecien), in denen ab 13° C (Optimum 18 -20 °C) und weiterem Niederschlag Ascosporen entstehen. Reife Ascosporen werden bei ausreichender Feuchtigkeit ausgeschleudert und die daraus auswachsenden Hyphen dringen aktiv in das Blatt ein. Durch einen Befall der Leitbahnen im Blatt werden die betroffenen Bereiche von der Wasser- und Nährstoffzufuhr abgeschnitten und sterben ab. Infektionen können in Schüben oder bei anhaltender Nässe auch ohne Unterbrechung bis in den Juli hinein erfolgen.

Bekämpfung

Da der Pilz eine monozyklische Lebensweise besitzt, ist theoretisch eine **indirekte Bekämpfung** durch Entfernen des infizierten Laubes möglich. Bei geringem Befall sind nur einzelne Reben und dort nur einzelne Blätter betroffen. Diese können bei Sichtbarwerden der Symptome entfernt

und über den Hausmüll entsorgt werden. Dadurch wird das Inokulum im Folgejahr stark reduziert. Aufgrund des lokal begrenzten Auftretens sollte nur in gefährdeten Lagen und Anlagen mit andauerndem Befall der Einsatz von Fungiziden in Erwägung gezogen werden.

Eine Bekämpfung sollte erfolgen, wenn die ersten Triebe das Dreiblatt-Stadium (ES 13) erreicht haben. Ob zu diesem Zeitpunkt dann tatsächlich eine Spritzung durchgeführt werden muss, hängt von der jeweiligen Witterung ab. Erst wenn die bereits erwähnte Bodenfeuchtigkeit gegeben war, können die Fruchtkörper reifen und Sporen entlassen. Die Bekämpfung sollte möglichst erst kurz vor zu erwartenden Niederschlägen erfolgen. Da Infektionen in mehreren Schüben erfolgen können, sind die Behandlungen je nach Witterung im 8-12tägigem Abstand bis zum Einsatz der Peronosporabekämpfung fortzusetzen.

4.1.7 Schwarzfäule (*Guignardia bidwellii*, syn. *Phyllosticta ampellicida*)

Lebensweise und Krankheitsbild

Der Erreger der Schwarzfäule, der Pilz *Guignardia bidwellii*, tritt erst seit 2002 in größerem Umfang in den deutschen Weinbaugebieten auf. Er überwintert vor allem in eingetrockneten Trauben (Fruchtmumien) die am Rebstock oder auf dem Boden verbleiben. Während der Wintermonate bilden sich Fruchtkörper (Perithezien) mit Sporen (Ascosporen), die im Frühjahr schon bei geringen Niederschlägen ausgestoßen und mit dem Wind verbreitet werden. Die Ascosporen benötigen zur Keimung Nässe und Temperaturen zwischen 10 °C und 32 °C. Sie können das Laub und alle anderen grünen Reibteile infizieren. Durch die Infektion entstehen Nekrosen, in denen innerhalb weniger Tage Pyknidien gebildet werden. Aus diesen Pyknidien werden große Mengen ungeschlechtlich erzeugte Sporen ausgestoßen, die wiederum zu neuen Infektionen führen können. Die Infektionsgefahr nimmt bis zur Reibblüte zu und schwächt sich erst bei Beendigung des Blattwachstums und zum Beginn der Traubenreife wieder ab.

Bei Befall durch die Schwarzfäule bilden sich an den Blättern entlang der Blattspreiten 5 – 10 mm lange Nekrosen, die durch einen braunen Rand vom gesunden Gewebe abgegrenzt sind (Abbildung 12, links). Auf den Sommertrieben erscheinen einige Millimeter bis mehrere Zentimeter große, längliche Nekrosen, in denen ebenso wie in den Blattnekrosen ungeschlechtliche Fruchtkörper (Pyknidien) ausgebildet werden. An infizierten Beeren zeigen sich zunächst hellgraue Flecken, die in eine rosafarbene, dann hellbraune Verfärbung der übrigen Beerenhaut übergehen. Unter der Beerenhaut bilden sich die Fruchtkörper aus, wobei sich die Beere schließlich dunkelblaugrau bis schwarz verfärbt und eintrocknet (Abbildung 12, rechts). Die Oberfläche dieser eingetrockneten Mumien ist dicht von Fruchtkörpern des Pilzes überzogen.



Abbildung 12: Schadbild Schwarzfäule, links Blattbefall mit Pyknidien, rechts Traubenbefall, (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)

Bekämpfung

Da von verwilderten Weinbergen (Drieschen) eine hohe Infektionsgefahr ausgehen kann, sollten nicht mehr bewirtschaftete Flächen im Bedarfsfall gerodet werden. Trester aus befallenen Anlagen darf nicht oder erst nach vollständiger Kompostierung in Rebanlagen ausgebracht werden.

Bei einer Infektion durch die Schwarzfäule werden ohne Gegenmaßnahmen schnell alle grünen Rebteile infiziert. Zur direkten Bekämpfung der Krankheit stehen einige zugelassene Mittel zur Verfügung. Wirksam sind Mittel aus der Gruppe der Strobilurine und Azole. In gefährdeten Anlagen sollten daher bei der Peronospora- und Oidium-Bekämpfung bevorzugt Mittel mit einer Zusatzwirkung gegenüber der Schwarzfäule eingesetzt werden.

4.1.8 Esca

Lebensweise und Krankheitsbild

Die Holzkrankheit Esca breitet sich wahrscheinlich in Folge der Klimaerwärmung zunehmend auch in den deutschen Weinanbaugebieten aus. Sie äußert sich in akuten, vor allem aber in chronischen Symptomen. An ihrer Entstehung sind mehrere Pilzarten beteiligt, die vermutlich in Folge auftreten und nach und nach das Holz befallener Reben zerstören. Am häufigsten wurden bisher die Pilzarten *Fomitiporia mediterranea* (Mittelmeer-Feuerschwamm), *Phaeomoniella chlamydospora*, *Phaeoacremonium aleophilum* und *Botryosphaeria obtusa* aus erkrankten Reben isoliert. Der Mittelmeer-Feuerschwamm gehört zu den Weißfäulepilzen und verbreitet sich über einen Sporenflug aus. Wegbereiter der Weißfäule könnten die Pilze *Phaeomoniella chlamydospora* und *Botryosphaeria obtusa* sein, die auch in jungen, symptomfreien Rebstöcken gefunden werden. Möglicherweise sind diesen Pilzen apoplexieartige Absterbeerscheinungen in Jungfeldern bzw. jungen Weinbergen zuzurechnen (Petri-Krankheit).

Typisch für die chronische Verlaufsform sind Nekrosen am Blatt (Abbildung 13) und schwarz-violette Flecke auf den grünen Beeren (Black Measles, Abbildung 14). Esca benötigt einige Jahre, um

sich im Stamm auszubreiten. In manchen Fällen führt ein Befall zum plötzlichen Absterben der Rebstöcke (sogenannte Apoplexie).



Abbildung 13: Schadbild Esca am Laub, (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)



Abbildung 14: „Black Measles“ an grünen Beeren (links), Rebholz mit Weißfäule (rechts), (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)

Bekämpfung

Eine direkte Bekämpfung der Esca ist nicht möglich. Rebstöcke mit akutem Esca-Befall (plötzliches Absterben im Sommer) sind zu entfernen. Oft sind nur einzelne Triebe von Rebstöcken betroffen. Dies weist auf einen einseitigen Befall im Rebstock hin. Ist der gesamte Stock befallen, sollte dieser während der Vegetationsperiode gekennzeichnet und im Winter über der Veredlung abgesägt werden. In vielen Fällen lässt sich im Folgejahr ein neuer, symptomfreier Stamm aufbauen und die Stöcke können noch einige Jahre erhalten werden. Um die weitere Ausbreitung der Krankheit zu verhindern, muss befallenes, mit Sporen belastetes Rebholz aus der Anlage entfernt und verbrannt werden. Es empfiehlt sich, die verwendeten Arbeitsgeräte (z. B. Rebschere, Säge) in Abständen zu reinigen und zu desinfizieren, da eine Übertragung von infiziertem auf gesundes Holz erfolgen kann. Um das Infektionsrisiko gering zu halten, wird grundsätzlich empfohlen, den Rebschnitt und Sägearbeiten bevorzugt bei trockenem Wetter und geringen Tempe-

raturen möglichst um 0°C durchzuführen. Eine Wundbehandlung mit dem zugelassenen Präparate Vintec (*Trichoderma atroviride*) nach dem Rebschnitt verringert das Eindringen der Schadpilze in das frisch angeschnittene Holzgewebe. Generell wird ein wundarmer Rebschnitt empfohlen, um das Potential für Infektionen in den Stammkopf möglichst zu verringern.

Eutypiose (*Eutypa lata*)

Diese Krankheit tritt vornehmlich in älteren Rebanlagen und manchmal vergesellschaftet mit Esca auf. Die Reben zeigen zunächst einen besenartigen kümmerlichen Wuchs und sterben später ab. Die Infektion der Rebstöcke geht in der Hauptsache über größere Wunden vonstatten, wie sie z.B. beim Rückschnitt der Reben zur Verjüngung oder nach Winterfrostschäden entstehen. Wie bei der Esca-Krankheit ist eine direkte Bekämpfung der Krankheit nicht möglich. Wichtig ist es, größere Wunden weitgehend zu vermeiden. Wo dies nicht möglich ist, sind die Wunden mit Wundverschlussmitteln abzudichten. Abgestorbene und sichtbar erkrankte Reben müssen entfernt und verbrannt werden.



Abbildung 15: Eutypiose: besenartiger Kümmerwuchs (links, Mitte); querschnittener Rebstock mit Pilzmyzel, (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)

Grünfäule (*Penicillium expansum*)

Bei feucht-warmer Witterung werden verletzte Beeren befallen, z.B. nach Oidiumbefall, wenn der so genannte Samenbruch aufgetreten ist, oder nach Hagelschlag oder Wespen- oder Vogelfraß. Infizierte Beeren sind oftmals an ihrer kaffeebraunen Farbe zu erkennen. Von verletzten Beeren greift der Pilz auch auf unverletzte Beeren über. Befallene Trauben haben einen sehr unangenehmen Geschmack und sind zur Weingewinnung nicht geeignet. Sie müssen deshalb unbedingt ausgesondert werden. Alle bisher zugelassenen Fungizide besitzen keine ausreichende Wirkung gegenüber der Grünfäule.



Abbildung 16: Grünfäule (*Penicillium*) an Trauben (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)

Weißfäule (*Coniothyrium diplodiella*, Hagelkrankheit)

Der Pilz befällt verletzte Beeren zum Beispiel nach einem Hagelschlag und breitet sich dann auch auf gesunde Beeren aus. Diese Krankheit ist in Deutschland äußerst selten und daher nicht bekämpfungswürdig.

Rosafäule (*Trichothecium roseum*)

Hier handelt es sich um einen Nachfolgebefall sauerfauler Trauben. Durch sachgemäße Botrytisbekämpfung kann der Befall weitgehend verhindert werden. Befallene Trauben sind wegen des widerlich bitteren Geschmacks bei der Lese unbedingt auszusondern. Da kein Fungizid mit einer Wirkung gegenüber der Rosafäule zugelassen bzw. wirksam ist, kann keine direkte Bekämpfung erfolgen. Dies ist in der Regel aufgrund des seltenen Auftretens auch nicht notwendig. Alle Maßnahmen, die gegen eine allgemeine Fäulnis durch Botrytis durchgeführt werden, dienen auch der Vermeidung der Rosafäule.

Essigfäule (verschiedene Erreger)

Die Essigfäule entsteht durch die Vergärung von Traubensaft und Fruchtfleisch durch Essigsäurebakterien und Hefepilze ab Reifebeginn. Das Lesegut wird dabei durch die Bildung von Essigsäure („flüchtige Säure“) belastet. Da diese Mikroorganismen nicht aktiv die Beerenhaut angreifen können, ist die Essigfäule immer die Folge zuvor eingetretener Verletzungen durch verschiedene andere pilzliche Schaderreger (z. B. Botrytis- oder Oidium-Befall), Insekten (z. B. Wespenfraß, Sauerwurmbefall) oder durch Vogelfraß. Durch Quetschungen bei kompakten Trauben oder durch das Platzen von Beeren nach Nässeperioden bzw. Niederschlägen kann ebenfalls eine Essigfäule die Folge sein.

Befallene Beeren färben sich rötlich-braun und werden schnell hohl (Abbildung 17). Es entwickelt sich ein intensiver Essiggeruch. Oft befinden sich Essigfliegen (*Drosophila*) und ihre Maden an bzw. in den Beeren, wodurch die Krankheit weiter verbreitet wird. Häufig sind die Befallsstellen

mit weiteren Sekundärfäuleerregern besiedelt (z. B. *Penicillium*), die einen zusätzlichen negativen Einfluss auf die Qualität haben. Befallene Trauben müssen daher bei der Lese ausgesondert werden.



Abbildung 17: Essigfäule an Trauben (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)

4.2 Schädlinge

Das Auftreten eines Schädlings bedeutet nicht gleichzeitig wirtschaftlichen Schaden. Dieser entsteht erst dann, wenn die Populationsdichte eines Schädlings über der Schadensschwelle liegt.

Tabelle 10: Wirtschaftliche Schadensschwellen im Weinbau (DLR Rheinland, Inst. f. Phyt.)

Schaderreger	Schadensschwelle	Termin
Spinnmilben	20 Wintereier pro Knoten	Austrieb
	5-10 Milben pro Rebblatt	nach dem Austrieb
	1-2 Milben oder Sommereier pro Blatt	Abschlussspritzung
Traubenwickler	15-30 Larven pro 100 Gescheine	Heuwurm-Generation
	3-5 Larven pro 100 Trauben	Sauerwurm-Generation
Springwurmwickler	5 Larven pro Rebstock	Frühjahr
Grüne Rebzikade	2-5 Larven pro Rebblatt	Sommer

4.2.1 Spinnmilben

Obstbaumspinnmilbe (*Panonychus ulmi*, "Rote Spinne")

Die Überwinterung erfolgt als rotes Winterei im Bereich der Knoten des einjährigen Holzes (Abbildung 18). Mit dem Austrieb schlüpfen im Frühjahr über einen Zeitraum von 20 bis 30 Tagen die Larven. Über mehrere Häutungen entwickeln sich die Larven zu Nymphen und schließlich zu erwachsenen Milben. Das Frühjahrsschadbild äußert sich in löffelartigen Aufwölbungen der klein bleibenden Blätter. Die Blattzipfel färben sich rötlich und nekrotisieren. Bei starkem Befall kommt es zu Aufreißungen des Blattgewebes. Insgesamt ist das Triebwachstum stark eingeschränkt. Die Weibchen legen durchschnittlich zwischen 40 und 80 Sommereier, deren Entwicklungsdauer je nach Witterung 3 bis 15 Tage beträgt. Da 4 bis 7 Generationen pro Vegetationsperiode auftreten können, ist bei günstiger Witterung und dem Fehlen von Gegenspielern (z.B. Raubmilben) die Gefahr einer Massenvermehrung relativ groß. Die Obstbaumspinnmilbe liebt Wärme und genügend Luftfeuchtigkeit, sie verträgt jedoch keine trockene Hitze.

Die roten Tiere und Eier sind auf der Blattunterseite mit einer Lupe gut zu erkennen. Bei Befall über der Schadensschwelle kommt es im Verlauf der Vegetationsperiode neben den geschilderten Schadsymptomen zu rötlich-bronzeartigen Verfärbungen der Blätter, die auf Chlorophyllverlust zurückzuführen sind. Dies beeinträchtigt die Photosyntheseleistung und kann in der Folge zu verringerten Mostgewichten von bis zu 20 °Oe führen.



Abbildung 18: Knospe mit Wintereiern der Obstbaumspinnmilbe (links), erwachsene Obstbaumspinnmilbe (Mitte), Schäden am Trieb durch Obstbaumspinnmilben (rechts), (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)

Bohnenspinnmilbe (*Tetranychus urticae*, Gemeine Spinnmilbe)

Befruchtete Weibchen der Bohnenspinnmilbe sind rötlich gefärbt und überwintern am Rebstamm oder an Pflanzenresten. Im Frühjahr wandern die Weibchen auf krautige Pflanzen der Bodenbegrünung und beginnen mit der Eiablage. Im Gegensatz zu den rötlich gefärbten überwinterten Weibchen sind die Tiere der Folgegenerationen milchig hell. An beiden Körperseiten zeigen die ausgewachsenen Tiere jeweils einen dunklen Fleck (Abbildung 19), der bei Larven und Nymphen fehlt.

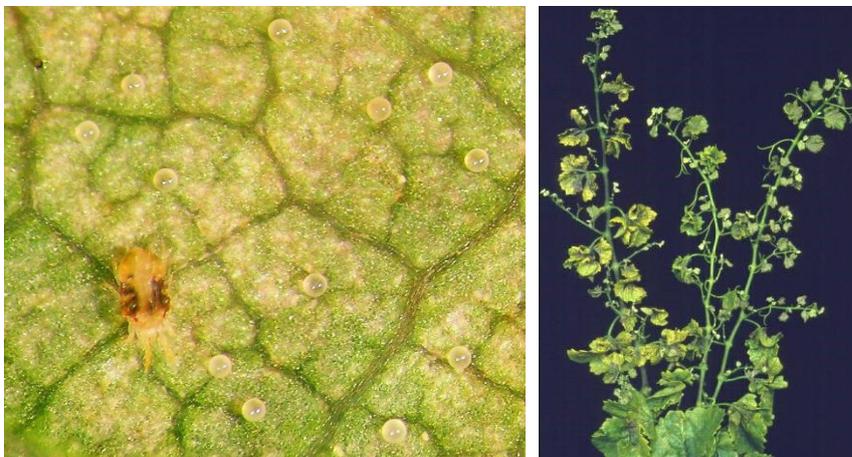


Abbildung 19: Erwachsene Bohnenspinnmilbe mit Eiern (links), durch Bohnenspinnmilben verursachter Triebschaden (rechtes Bild), (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)

In der Regel bevorzugt die Bohnenspinnmilbe über den gesamten Vegetationsverlauf krautige Pflanzen der Begrünung. Wird jedoch im Sommer die Begrünung massiv gekürzt oder durch Umbrechen oder Herbizideinsatz vollständig entfernt, können die Tiere auf der Suche nach anderen Nahrungsquellen in großer Zahl in die Reben einwandern. Das Gleiche passiert, wenn die Begrünungspflanzen bei fehlendem Niederschlag vertrocknen. Bei günstiger Witterung ist das Vermehrungspotential wesentlich stärker als bei der Obstbaumspinnmilbe. Insbesondere bei heißer, tro-

ckener Witterung kann die Bohnenspinmilbe im Vegetationsverlauf bis zu 7 Generationen bilden, was einen explosionsartigen Populationsaufbau verursacht. Die Schadsymptome sind dann entsprechend massiv und erscheinen in kürzester Zeit. Junge Blätter können sich nicht mehr entfalten, vergilben, verkräuseln, reißen zwischen den Blattadern auf, vertrocknen und fallen ab. Die Triebspitzen verkahlen und die Geiztrieb Bildung wird angeregt.

Bekämpfung

Wichtig ist die Förderung und Schonung von Nützlingen, hauptsächlich von Raubmilben. Bei einem guten Raubmilbenbesatz im Weinberg ist eine chemische Bekämpfung mit Akariziden in der Regel nicht notwendig. Normal reicht eine Raubmilbe pro Blatt, um den Schädling unter die Schadensschwelle zu halten. Damit können die Obstbaumspinnmilbe und die Bohnenspinmilbe, falls diese nicht explosionsartig in die Reben einwandern, zuverlässig unter der Schadensschwelle gehalten werden. Der wichtigste Beitrag zur Förderung der Raubmilben ist eine raubmilbenschonende Spritzfolge.

Für den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln zur Spinnmilbenbekämpfung kommen mehrere Termine in Frage:

Bei starkem Wintereibesatz durch die Obstbaumspinnmilbe an den Knoten ist eine Austriebsbekämpfung auf alle Fälle empfehlenswert. Der genaue Einsatzzeitpunkt liegt bei Schlupfbeginn der Wintereier, wenn erste lebende Tiere sichtbar sind. Die in Frage kommenden Mineral- oder Rapsöle überziehen Wintereier und Larven mit einer luftundurchlässigen Schicht und verhindern dadurch die Atmung. Sobald sich das erste Blatt entwickelt, sollten Öle wegen Verbrennungsgefahr nicht mehr eingesetzt werden.

Vorteile dieser Bekämpfung:

- der Frühjahrsbefall wird verhindert beziehungsweise reduziert
- der Populationsaufbau im Sommer wird deutlich reduziert, wodurch vorhandene Raubmilben den Befall leichter unter der Schadensschwelle halten können
- die Mittel sind raubmilbenschonend
- die Gefahr einer Resistenzbildung ist nicht gegeben

Wird während der Vegetationsperiode (ES 12 bis 81) die Schadensschwelle überschritten, sollte ein zugelassenes Akarizid eingesetzt werden. Neben den in Tabelle 10 angegebenen wirtschaftlichen Schadensschwellen ist es auch möglich, die Schadensschwelle nach der Besatzziffermethode zu ermitteln. Hierzu werden nicht die einzelnen Spinnmilben gezählt, sondern festgestellt, ob ein Blatt von Spinnmilben besiedelt ist oder nicht (Befall = mindestens 1 Milbe pro Blatt).

Danach ist die Schadensschwelle erreicht wenn

- nach der Blüte 70 % der Blätter,
- vor Traubenschluss 50 % der Blätter oder
- bei der Abschlussspritzung 30 % der Blätter

befallen sind.

Ähnlich wie Botrytis können auch Spinnmilben aufgrund ihres enormen Vermehrungspotenzials schnell Resistenzen gegen bestimmte Wirkstoffe aufbauen. Deshalb ist auch hier ein Wirkstoffwechsel unbedingt erforderlich.

4.2.2 Gallmilben

Blattgallmilbe (*Colomeris vitis*, Pockenmilbe)

Lebensweise und Schadwirkung

Die Milbe überwintert in der Wolle der Knospen. Mit dem Knospenschwellen beginnt die Saugtätigkeit. Dies führt zur Bildung von Blattgallen (Pocken). Diese sind bereits an frisch entfalteteten Blättchen erkennbar. Blattgallmilben-Befall hat in der Regel keinen Einfluss auf die Entwicklung der Rebe beziehungsweise die Qualität des Lesegutes.



Abbildung 20: Typisches Schadbild („Pocken“) der Blattgallmilbe an der Rebe (links). Befallssymptome Blattoberseite (links) und Blattunterseite (rechts), (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)

Bekämpfung

Die Bekämpfung erübrigt sich in der Regel, wenn im Rebbestand Raubmilben vorhanden sind. Der regelmäßige Einsatz von Netzschwefel (Basisaufwand 3,6 kg/ha) vor der Blüte reduziert den Befall ebenfalls. Netzschwefel wirkt am effektivsten, wenn er vor dem Austrieb zwischen dem Knospenschwellen (ES 01) und dem Wollestadium (ES 05) eingesetzt wird. Milben, die bereits im Haarfilz der Blattgallen sitzen, werden nicht mehr erreicht.

Kräuselmilbe (*Calepitrimerus vitis*)

Lebensweise und Schadwirkung

Die Kräuselmilbe überwintert in der Knospe und unter der Rinde an den Übergangsstellen vom jungen zum alten Holz. Mit dem Knospenschwellen beginnen die Tiere zu saugen. Hierdurch verzögert sich der Austrieb. Es entstehen Missbildungen an den Trieben und die Blätter können aufreißen. Durch verstärkte Geiztriebbildung entsteht Besenwuchs. Letztlich können Ertragsausfälle in beträchtlicher Höhe entstehen. Außerdem fehlt es beim nächsten Rebschnitt an Zielholz. Gefährdet sind vor allem jüngere Anlagen bis etwa zum 3./4. Standjahr, da sie häufig noch keinen Raubmilbenbesatz haben. Raubmilben können als natürliche Gegenspieler der Kräuselmilbe den Schädlingsdruck deutlich reduzieren. Von Juli bis August kann es zu einem zweiten Befallsschub kommen. Befallene Blätter werden dann schmutzig-braun. Eine sichere Diagnose kann nur durch Untersuchung der Blätter unter dem Mikroskop gegeben werden. Im Zweifelsfall ist deshalb die zuständige Beratungsstelle zu kontaktieren.



Abbildung 21: Kräuselmilbenbefall provoziert am Trieb häufig das Austreiben der Beiaugen („Besenwuchs“, links); charakteristischer Kräuselmilbenschaden in einer jungen Rebanlage (rechts), (DLR Rheinlandpfalz, Inst. f. Phyt.)

Bekämpfung

Die Kräuselmilbe wird ähnlich bekämpft wie die Blattgallmilbe. Netzschwefel (Basisaufwand 3,6 kg/ha) sollte wie gegen die Blattgallmilbe erstmals bereits zwischen dem Knospenschwellen (ES 01) und dem Wollestadium (ES 05) ausgebracht werden. Weitere Netzschwefelbehandlungen vor der Blüte im Rahmen der Oidiumbekämpfung können in der Folge den Populationsaufbau verringern. Alternativ kann gegen die Kräuselmilbe vor dem Austrieb ein zugelassenes/genehmigtes Präparat auf Rapsölbasis eventuell kombiniert mit Netzschwefel eingesetzt werden.

4.2.3 Traubenwickler

In Deutschland kommen mit dem **Einbindigen Traubenwickler** (*Eupoecilia ambiguella*) und dem **Bekreuzten Traubenwickler** (*Lobesia botrana*) zwei verschiedene Arten vor, die regional unterschiedlich auftreten können (Abbildung 22). Der Einbindige Traubenwickler ist in allen deutschen Weinbaugebieten anzutreffen. Der Bekreuzte Traubenwickler findet sich vornehmlich in den südlicheren Weinbaugebieten, ist allerdings in den letzten Jahren auch in die nördlichen Weinbaugebiete vorgedrungen, was unter anderem mit der Klimaerwärmung in Zusammenhang gebracht wird.



Abbildung 22: Falter des Einbindigen (links) und des Bekreuzten Traubenwicklers (rechts), (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)

Auch innerhalb einer Gemarkung kann das Auftreten von Lage zu Lage unterschiedlich sein. Flugzeiten und Flugintensität beider Arten können voneinander abweichen, so dass sich auch unterschiedliche Bekämpfungstermine ergeben können. Beide Arten entwickeln pro Jahr zwei Generationen (Heu- und Sauerwurm). In besonders warmen Jahren mit anhaltenden Wärmeperioden im Spätsommer/Herbst bildet vor allem der Bekreuzte Traubenwickler eine dritte Generation (Süßwurm). Aufgrund der bereits erwähnten Klimaerwärmung kann sich diese dritte Generation immer häufiger bis zum Puppenstadium fertig entwickeln und somit das Potenzial für die erste Generation im Folgejahr stellen.

Lebensweise und Schadwirkung

Die Überwinterung erfolgt als Puppe am Rebstock. Im April/Anfang Mai beginnt der Flug der ersten Faltergeneration. Die Hauptflugzeit ist der Mai. Die Flugdauer beträgt 2-5 Wochen. Während des Falterfluges kommt es zur Begattung. 1-2 Tage danach erfolgt in der Regel die Eiablage an die Blütenköppchen. Die Entwicklung der Larven im Ei ist temperaturabhängig und dauert beim Heuwurm durchschnittlich 10-12 Tage. Danach schlüpfen die etwa 1 mm großen Larven („Würmer“) aus dem Ei. Im Verlauf ihrer weiteren Entwicklung häuten sie sich viermal und erreichen im fünften Larvenstadium etwa 12 mm Länge, um sich dann nach etwa 25 Tagen Fraßtätigkeit meist im Bereich der Blütenstände zu verpuppen.



Abbildung 23: Einbindiger Traubenwickler - Ei mit typischen orangefarbenen Flecken (links), Larve mit schwarzer Kopfkapsel (rechts), (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)



Abbildung 24: „Heuwurm“ des Bekreuzten Traubenwicklers am Geschein (links), Ei im Schwarzkopfstaadium (rechts), (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)

Die Larven fressen an den einzelnen Blütenständen des Gescheines und verspinnen die Einzelblüten. Nach der Puppenruhe beginnt ab Ende Juni/Anfang Juli der Mottenflug der zweiten Generation. Die Eier werden dann in der Regel einzeln an den Beeren abgelegt. Nach durchschnittlich 6-8 Tagen schlüpfen die jungen Larven und bohren sich in die kleinen Beeren ein.

Nach 3- bis 4-wöchiger Fraßtätigkeit suchen die Larven zwischen der Borke der Rebstämme oder in anderen geeigneten Verstecken ihre Winterquartiere auf, wo sie sich verpuppen. Das Ausmaß des durch den Heuwurm (1. Larvengeneration) und den Sauerwurm (2. Larvengeneration) verursachten Schadens hängt in entscheidendem Maß von der Folgewitterung und dem Folgebefall durch Botrytis ab. Bei anhaltend trockener Witterung kommt es kaum zu einem Sekundärbefall durch Botrytis. Bei anhaltend feuchter Witterung kann jedoch bereits ein relativ geringer Heu- oder Sauerwurmbefall zu massiven Schäden führen. Die Schadensschwellen (siehe Tabelle 10) gehen von dem ungünstigeren Fall aus.

Ermittlung der Flugaktivität

Zunächst muss festgestellt werden, wann in etwa mit dem ersten Auftreten des Traubenwicklers zu rechnen ist. Hierzu wird der Falterflug überwacht. Man verwendet Pheromonfallen, die vor dem Flugbeginn der ersten Faltergeneration etwa Mitte April in Höhe der Traubenzone im Weinberg aufgehängt werden. Eine Pheromonfalle (Abbildung 25) besteht aus einem Kunststoffgehäuse mit einem austauschbaren Leimboden. Unter dem Dach der Falle wird eine Kapsel montiert, in der sich das künstlich hergestellte Sexualpheromon des Traubenwicklerweibchens befindet.



Abbildung 25: Pheromonfalle für Männchen des Einbindigen Traubenwicklers (links), austauschbarer Leimboden einer Pheromonfalle (rechts), (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)

Das Sexualpheromon ist ein artspezifischer Duftstoff, den das Traubenwicklerweibchen aus speziellen Drüsen nach außen abgibt, um das Männchen zur Begattung anzulocken. Es werden nur die Männchen der gleichen Art angelockt. Entsprechend muss sowohl für den Einbindigen als auch für den Bekreuzten Traubenwickler je eine Falle montiert werden.

Nimmt das Männchen den Duftstoff wahr, fliegt es in Richtung zunehmender Konzentration des Duftstoffes und findet so das Weibchen. Bei der Pheromonfalle macht man sich diesen Vorgang zunutze. Die Männchen bleiben auf dem Leimboden kleben und können gezählt werden. (Kontrolle 3 x wöchentlich in regelmäßigen Abständen). Stellt man die Flugzahlen graphisch dar, so ergibt sich eine Flugkurve mit einem oder mehreren Flughöhepunkten. Man geht allgemein davon aus, dass zur Zeit des Flughöhepunktes auch die meisten Begattungen stattfinden und in einem gewissen zeitlichen Abstand vom Flughöhepunkt die meisten Eier abgelegt werden. Allerdings können verschiedene Faktoren diesen Ablauf beeinflussen.

Männchen und Weibchen entfalten nicht immer die gleichen Flugaktivitäten. In der Regel schlüpfen die Männchen vor den Weibchen aus den Puppen und fliegen dementsprechend einige Tage früher. Die Flugintensität ist unter anderem auch witterungsabhängig. So kann z.B. bei kühler Witterung der Flug deutlich abnehmen und erst bei besseren Witterungsbedingungen wieder ansteigen. Dies hat häufig eine verlängerte Flugperiode zur Folge. Auch sind die Weibchen in der

Lage, die Eiablage zum Beispiel bei Regen hinauszuzögern. Generell lässt sich aus der Anzahl der gefangenen Männchen keine konkrete Aussage darüber treffen, wie viele Larven später auftreten. Man erhält mit den Männchenfängen allerdings wertvolle Informationen über die im Gebiet vorhandene Falterpopulationsstärke. Häufig ist allerdings bei starkem Männchenflug auch mit einem nennenswerten Larvenbefall zu rechnen.

Die weitere Entwicklung ist witterungsabhängig. Als durchschnittliche Zeitspanne von der Eiablage bis zum Schlupf der Larven werden beim Heuwurm ca. 8 bis 12 Tage und beim Sauerwurm ca. 6 bis 8 Tage angegeben. Dies ist allerdings nur ein grober Anhaltspunkt und unterliegt in der Praxis großen Schwankungen, wobei die Zeitspanne der Larvenentwicklung bei kühler Witterung eher länger und bei warmer Witterung eher kürzer wird. Selbst wenn sich nach der angegebenen Zeit erste Würmer zeigen, muss das nicht auch die Hauptmasse der Würmer sein. Zur Bestimmung des richtigen Einsatzzeitpunktes von Insektiziden sind deshalb Bestandskontrollen unerlässlich.

Zusätzlich zu Pheromonfallen können auch Gläser mit Köderflüssigkeit (94% Wein, 4% Essig und 2% Zucker) verwendet werden. Die Gläser sollten mit einem geeigneten Gitter abgedeckt werden, um unnötige Beifänge zu reduzieren. Die Kontrolle sollte täglich erfolgen. Bei Regen, starker Verdunstung und/oder starker Verschmutzung muss die Köderflüssigkeit erneuert werden. Gefangen werden mit dieser Methode Männchen und Weibchen.

Bekämpfung

Neben der indirekten biologischen Bekämpfung durch Schonung und Förderung von Nützlingen, wie Spinnen, Schlupfwespen und Raupenfliegen bieten sich mehrere Bekämpfungsmöglichkeiten an.

Pheromonverfahren (Verwirrungsverfahren, Konfusionsmethode)

Mittels Sexuallockstoffen (Pheromonen) kann eine biotechnische Bekämpfung durchgeführt werden. In den behandelten Rebflächen werden in definierter Dichte Pheromonquellen (Pheromondispenser) aufgehängt, die eine Pheromonwolke aufbauen und die Duftspuren der Weibchen überlagern. Die Männchen sind desorientiert und kaum noch in der Lage, die Weibchen zu finden (Konfusionsmethode). Damit wird die Anzahl der Begattungen und letztlich die Zahl der Würmer effektiv reduziert.

Die zu behandelnden Rebflächen sollten ein geschlossenes Areal von mindestens 4 Hektar bilden. Empfehlenswert sind größere zusammenhängende Flächen von 10 Hektar und mehr. Bei Rebflächen in isolierter Lage liegt die Mindestgröße bei etwa einem Hektar in möglichst quadratischer Form. Pro Hektar werden etwa 500 pheromonhaltige Kunststoffdispenser gleichmäßig verteilt (Raster: 1 Pheromondispenser/20 m²), indem sie an die Bogruten gehängt werden (Abbildung 26). Die Dispenser verdunsten den Lockstoff über einen Zeitraum von etwa 3 Monaten. Um den

Einflug begatteter Weibchen aus der Umgebung und das Verwehen der Pheromonwolke im Außenbereich der Behandlungsfläche zu verhindern, ist eine zusätzliche Randbehandlung durchzuführen. Das Aushängen der Ampullen erfolgt im April unmittelbar vor dem voraussichtlichen Beginn des Falterfluges der ersten Generation. Der optimale Termin ist mit dem amtlichen Dienst abzustimmen.



Abbildung 26: Pheromondispenser sollten im Bereich der abgehenden Bogrebe befestigt werden (DLR Rheinland-Pfalz, Inst. f. Phyt.)

Die Wirksamkeit des Verfahrens ist in Absprache mit den staatlichen Beratungsstellen und den Vorgaben der Förderrichtlinien mehrfach zu kontrollieren. Sollte wider Erwarten die Zahl der abgelegten Eier (1. Generation) die Schadensschwelle überschreiten, kann ein zugelassenes Traubenwicklerinsektizid eingesetzt werden. In finanziell geförderten Anwendergemeinschaften muss hierfür ein Antrag gestellt und von der zuständigen Behörde genehmigt werden. In finanziell geförderten Pheromonprogrammen wie in Rheinland-Pfalz kann bei den zuständigen Behörden außerdem eine Sondergenehmigung für einen Insektizideinsatz beantragt werden, wenn während einer Generation mehr als 10 Falter in einer Pheromonfalle gefangen werden.

Das Verfahren weist verschiedene Vor- und Nachteile auf:

- Das Verfahren ist umweltfreundlich, weil es die biologische Bekämpfung unterstützt.
- Die Bestimmung des richtigen Einsatzzeitpunktes bereitet keine Schwierigkeiten.
- Das Verfahren ist nur in größeren zusammenhängenden Flächen sinnvoll einzusetzen, daher kommt in der Regel nur gemeinschaftliche Ausbringung in Frage. Dies erfordert einen gewissen organisatorischen Aufwand.

Laut Förderrichtlinie müssen die alten Pheromondispenser von den Rebstöcken entfernt werden, bevor die neuen Dispenser für die bevorstehende Vegetationsperiode aufgehängt werden.

Weitere Einzelheiten zum Einsatz von Pheromonen sind der Gebrauchsanleitung der zur Verfügung stehenden Mittel (z. Zt. RAK 1 Neu gegen den Einbindigen Traubenwickler und RAK 1 + 2 M gegen den Einbindigen und den Bekreuzten Traubenwickler) zu entnehmen.

Einsatz von *Bacillus thuringiensis*-Präparaten

Bei *Bacillus thuringiensis*-Präparaten (B.t.) handelt es sich um Insektizide auf biologischer Basis. Sie müssen von den Traubenwicklerlarven aktiv beim Fressen aufgenommen werden (Fraßwirkung). Die im Weinbau angebotenen B.t.-Präparate wirken selektiv auf Schmetterlingsraupen und sind sowohl nützlings- als auch umweltschonend.

B.t.-Präparate sind unmittelbar vor dem Schlupf der Larven auszubringen, damit der Wirkstoff vorliegt, wenn die Larven mit ihrer Fraßtätigkeit beginnen. Der Schlupf der Larven steht kurz bevor, wenn das Schwarzkopfstadium erreicht ist, d. h. wenn der Larvenkopf durch die Eihülle zu erkennen ist.



Abbildung 27: Vom Sauerwurm angebohrte Beeren (links), Sauerwurmschaden an Traube (rechts), (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)

Der Zeitpunkt "kurz vor Schlupf" der Larven ist beim Heuwurm für den Praktiker nur schwer zu ermitteln. Beim Sauerwurm ist es mit einiger Übung möglich, das Schwarzkopfstadium zu erkennen. Gegebenenfalls ist der amtliche Rebschutzdienst zu befragen

Die Wirkungsdauer der B.t.-Präparate ist stark witterungsabhängig und beträgt maximal 8 Tage. Bei längerer Flugdauer und damit verzetteltem Auftreten der Würmer ist die Behandlung pro Generation gegebenenfalls zu wiederholen. Bei der Bekämpfung der zweiten Generation wird empfohlen, dem Mittel 1% Zucker zuzusetzen. Dies erhöht die Fresslust der Traubenwicklerlarven und kann das allzu frühe Einbohren der Würmer verzögern, so dass mehr Wirkstoff aufgenommen wird. B.t.-Präparate werden kurz vor Beginn des Larvenschlupfes ausgebracht und haben nur eine schwach ausgeprägte Tiefenwirkung.

Einsatz von konventionellen Insektiziden

Bei konventionellen Insektiziden unterscheidet man nach dem Einsatzzeitpunkt.

Wichtig und für eine optimale Wirkung gegen die Traubenwicklerlarven unbedingt notwendig ist, dass alle derzeit im deutschen Weinbau zugelassenen Traubenwicklerinsektizide vorbeugend vor dem Schlupf der Masse der Larven ausgebracht werden müssen! Nur so nehmen die Larven beim

Schlupf aus dem Ei und beim Fressen an den Blüten/Beeren genügend Wirkstoff auf und werden abgetötet.

Arbeitswirtschaftlich wünschenswert ist es, den Insektizideinsatz gegen die Traubenwickler mit den Fungizidbehandlungen gegen Peronospora und Oidium zu kombinieren. Dies ist leider nicht immer möglich, da sich die optimalen Ausbringzeitpunkte nur selten decken. Beim separaten Einsatz von Insektiziden zur Sauerwurmbekämpfung bietet sich deshalb die Applikation in die Traubenzone an. Werden nützlingschädigende Insektizide eingesetzt, erstreckt sich der nützlingschädigende Effekt zumindest nicht auf die ganze Laubfläche. Der zusätzliche Arbeits- und Kostenaufwand einer gesonderten Applikation in die Traubenzone wird zumindest teilweise durch die Einsparung an Mittelkosten wieder ausgeglichen.

4.2.4 Springwurmwickler (*Sparganothis pilleriana*)

Lebensweise und Schadwirkung

Der Springwurmwickler entwickelt pro Jahr eine Generation. Die Überwinterung erfolgt als Jungraupe unter der Borke des alten Holzes oder in Ritzen der Holzpfähle. Mit Beginn des Austriebs bohren sich die Larven in die schwellenden Knospen und höhlen diese aus, so dass massive Austriebsschäden auftreten können. Die Zahl der Fruchtruten kann erheblich reduziert werden. Meist beginnt der Fraß jedoch erst, wenn sich das erste Blatt entfaltet hat (ES 11).

Die Larven fressen an der Triebspitze und den jungen Blättern, die sie häufig miteinander zu Wohn- und Fraßverstecken miteinander verspinnen. Die befallenen Blätter vertrocknen in der Regel. Durch Sommerfraß an den Blättern wird die Entwicklung der Rebe in der Regel nicht beeinträchtigt. Bei starkem Populationsdruck fressen Springwurmlarven gelegentlich auch an den Gescheinen, so dass sie mit dem Heuwurm verwechselt werden können. Etwa ab Ende Juni bis Juli verpuppt sich das fünfte Larvenstadium bevorzugt in den Blattverstecken. Die Falter schlüpfen etwa zwei Wochen später. Die Flugzeit kann bis in den Oktober andauern. Jedes Weibchen legt nach der Begattung mehrere Gelege mit jeweils durchschnittlich 50 Eiern auf der Blattoberseite ab. Die Junglarven schlüpfen nach zwei bis drei Wochen und wandern bald in geeignete Überwinterungsverstecke ab.

Bekämpfung

Rebanlagen, in denen im Vorjahr Befall auftrat, sind ab ES 01 zu kontrollieren. Die Bekämpfung erfolgt nach Überschreiten der Schadensschwelle (siehe Tabelle 10) und sollte beim Auftreten der ersten Blattschäden, spätestens bis ca. ES 17, durchgeführt werden. Spätere Bekämpfungen haben nur begrenzten Erfolg, da die eingesponnenen Raupen kaum mehr getroffen werden. Auch hier gilt es, den Schaden zu verhindern und nicht zu versuchen, die Larven erst dann zu bekämpfen, wenn der Schaden bereits entstanden ist.

Gegen die Larven können zugelassene Insektizide eingesetzt werden. Kleine Befallsherde lassen sich effektiv reduzieren, wenn man zum Beispiel im Rahmen der Laubarbeiten die Blätter mit den gut sichtbaren Gelegen auf der Blattoberseite entfernt.



Abbildung 28: Geöffnete Rebknospe mit einer Junglarve des Springwurmwicklers (links). Falter des Springwurmwicklers: die Weibchen zeigen in der Regel keine auffallende Flügelzeichnung (Mitte) im Vergleich zu den Männchen (rechts), (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)



Abbildung 29: Verspinnene Triebspitzen sind ein sicherer Hinweis auf Larven des Springwurmwicklers (links); Gelege des Springwurmwicklers auf der Blattoberseite (rechts), (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)

4.2.5 Rhombenspanner (*Peribatodes rhomboidaria*, Kreppelwurm)

Lebensweise und Schadwirkung

Die Raupen überwintern im abgefallenen Laub, unter der Rinde des alten Holzes oder in Ritzen von Holzpfählen. Die Winterverstecke werden bereits an warmen Wintertagen verlassen. Fraßschäden an den Knospen sind jedoch in der Regel erst ab Ende März/Anfang April zu beobachten. Die Knospen werden ganz oder teilweise ausgehöhlt. Die Fraßaktivität nimmt mit steigender Temperatur zu. Bei schnellem Austrieb entsteht seltener wirtschaftlicher Schaden. Im ausgewachsenen Zustand ist die Larve des Rhombenspanners 4-6 cm lang und schwer zu erkennen, da sie unauffällig graubraun gefärbt ist und aufgrund ihrer Tarnhaltung einer Ranke ähnelt. Nach der ein- bis zweiwöchigen Puppenruhe schlüpfen die unscheinbar grau gefärbten Falter im

Juli/August. Die nach der Eiablage schlüpfenden Larven ernähren sich von Rebblättern und krautigen Pflanzen der Begrünung. Im Herbst wandern sie in geeignete Überwinterungsquartiere. Pro Jahr entwickelt sich in der Regel eine Generation. Eine gelegentlich auftretende zweite Generation verursacht keine wirtschaftlichen Schäden.



Abbildung 30: Larven des Rhombenspanners können die gesamte Knospe ausfressen (links); Rhombenspannerlarve perfekt getarnt am Rebholz (Mitte), Falter (rechts), (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)

Bekämpfung

Ob eine Bekämpfung notwendig ist, hängt von der Witterung in Verbindung mit dem phänologischen Entwicklungsstadium ab. Sie ist vor allem bei stockendem Austrieb zu empfehlen, wenn erster Knospenfraß beobachtet wurde. Der gesamte Rebstock und die Holzpfähle sind tropfnass mit einem zugelassenen oder genehmigten Insektizid zu behandeln. Alternativ können kleine Befallsherde auch mit der Hand abgesammelt werden.

4.2.6 Reblaus (*Dactulosphæra vitifoliae*)

Lebensweise und Schadwirkung

Die Reblaus wurde etwa Mitte des 19. Jahrhunderts aus Nordamerika, wo sie an Wildreben vorkommt, nach Südeuropa eingeschleppt. Innerhalb kurzer Zeit verbreitete sie sich explosionsartig in fast allen europäischen Weinbaugebieten. Folge war die Zerstörung der meisten befallenen Rebflächen.

Die Reblaus entwickelt sowohl einen unterirdischen als auch einen oberirdischen Lebenskreislauf. Der unterirdische Kreislauf ist ungeschlechtlich und kann auch ohne den oberirdischen Lebenskreislauf vollzogen werden. Die Wurzelläuse saugen an den Wurzeln. Diese schwellen an, was letztlich zum Absterben der Wurzeln und des Rebstockes führen kann. Die Anschwellungen an jungen Wurzeln bezeichnet man als Nodositäten und an älteren Wurzeln als Tuberositäten. Die Wurzelläuse leben an Amerikaner- und an Europäerreben. Hoch anfällig sind die Wurzeln der Europäerreben. In Jahren mit guten Lebensbedingungen für Wurzelläuse (warm, trocken), treten

auch an Unterlagskreuzungen zwischen Amerikaner- und Europäerreben starke Wuchsdepressionen auf, die zum Absterben von Reben führen können. Die meisten, aber nicht alle in der Rebenvermehrung verwendeten amerikanischen Rebenarten und ihre Kreuzungen untereinander sind ausreichend widerstandsfähig gegen die Wurzelreblaus. Erst die Erkenntnis, widerstandsfähige Amerikanerreben als Unterlagen zu nutzen, konnte den europäischen Weinbau mit seinen einheimischen Rebsorten retten.



Abbildung 31: Geöffnete Blattgalle mit erwachsener Reblaus und Eiern (links), durch Wurzelrebläuse verursachte Saugschäden („Nodositäten“) an einer SO4-Unterlage (rechts), (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)

Die Blattrebläuse saugen vor allem an den Blättern der Amerikanerreben und deren Abkömmlingen. Deshalb kann der oberirdische Lebenskreislauf bei uns nur dort stattfinden, wo Unterlagschnittgärten stehen oder in größerem Ausmaß Stockausschläge von Unterlagsreben vorhanden sind (z.B. in Drieschen). Allerdings wird seit einigen Jahren vereinzelt auch Blattbefall an europäischen Keltertraubensorten wie z. B. Morio-Muskat oder Dornfelder sowie einigen pilzwiderstandsfähigen Sorten wie z.B. Muscaris beobachtet.

Ausbreitung

Im Verlauf des Sommers können sich Reblausfliegen entwickeln, die eine Distanz von mehr als 100 m überwinden können. Auch die Wurzelläuse können sich im Boden selbst fortbewegen. Dies führt dazu, dass sie hauptsächlich dann, wenn der befallene Rebstock nicht mehr genug Nahrung liefert, zu den Nachbarstöcken abwandert. Dadurch entstehen die typischen Reblaus-Befallsherde. Eine wesentlich größere Bedeutung als die Eigenbewegung der Reblaus hat die passive Verbreitung durch Verschleppung. Dies sind zunächst Witterungseinflüsse, wie Wind, Regen, Wasser und damit verbundene Erosion. Insbesondere Blattrebläuse können über größere Distanzen mit dem Wind verdriftet werden. Sehr wichtig ist auch die Verschleppung durch den Menschen, z. B. durch Bodenbearbeitungsgeräte oder befallenes Rebmateriale.

Bekämpfung

Die größte Bedeutung zur Bekämpfung der Reblaus hat die indirekte bzw. vorbeugende Bekämpfung. Dies sind folgende Maßnahmen:

- Hat ein Winzer den Verdacht, dass seine Anlagen von Reblaus befallen sind, so hat er dies der zuständigen Beratungsstelle zu melden.
- Verwendung reblausfester amerikanischer Unterlagen, die zum Anbau zugelassen sind
- Verzicht auf Einlegereben (Fehlstellenersatz)
- Entfernung von Edelreiswurzeln
- In befallenen Anlagen Verschleppung durch Bodenbearbeitung minimieren. Dies spielt vor allem dort eine Rolle, wo Winzer neben Pfropfrebenbeständen auch noch wurzelrechte Bestände bewirtschaften.
- Vorhandene Drieschen müssen beseitigt werden (Landesverordnung vom 28.11.97)
- Beim Roden alter Anlagen Rebstöcke und Wurzelreste möglichst restlos entfernen und befallenes Rebmateriale möglichst auf dem Grundstück verbrennen (Anzeige bei der zuständigen Kommunalverwaltung erforderlich).
- Aufwuchs von Unterlagentrieben entfernen, da diese besonders anfällig sind für die Blattreblaus. Ziel ist die weitere Vermehrung und Verbreitung des Schädlings einzudämmen.

Werden die indirekten Bekämpfungsmaßnahmen vernachlässigt, steigt der Befallsdruck an, und es werden dann auch veredelte Reben so stark geschädigt, dass ihre Leistungsfähigkeit reduziert werden kann.

Gesetzliche Grundlagen sind die Bundesverordnung zur Bekämpfung der Reblaus (Reblausverordnung) vom 27. Juli 1988 in der jeweils gültigen Fassung und entsprechende Länderverordnungen.

4.2.7 Grüne Rebzikade (*Empoasca vitis*)

Lebensweise und Schadwirkung

Die erwachsenen Weibchen und wenige Männchen überwintern an immergrünen Gehölzen in der Nähe von Weinbergen. Nach dem Austrieb fliegen die befruchteten Weibchen in das Rebge-lände und legen ihre Eier in die Blattadern ab. Etwa ab Mitte Mai bis in den Juni schlüpfen die Larven der ersten Generation, die sich vor allem auf den Blattunterseiten aufhalten und hier saugen. Über zwei Larvenstadien und drei Nymphenstadien mit jeweils einer Häutung zwischen den Stadien treten die erwachsenen Tiere der ersten Generation Ende Juni auf, hauptsächlich aber

im Juli. Die zweite Larvengeneration erscheint vorwiegend im Juli bis in den August. Pro Jahr entwickeln sich in unseren Breiten zwei Generationen. Charakteristisch ist die z. T. seitliche Fortbewegung der Larven. Oft sieht man auch die weißlichen Häutungsreste an den Blattunterseiten. Die Grüne Rebzikade sticht die Leitungsbahnen im Blatt an und entnimmt damit Assimilate. Starker Befall kann zu Mostgewichts- und Ertragseinbußen führen. Befallene Blattpartien verfärben sich charakteristisch hellgrün bis gelblich (weiße Traubensorten) beziehungsweise auffallend dunkelrot (rote Traubensorten) Sie beginnen am Blattrand und setzen sich zunehmend in Richtung Blattzentrum fort. Typisch sind die entlang der Blattadern verlaufenden scharfen Abgrenzungen zwischen gesundem und geschädigtem Blattgewebe. Die Blattränder können sich aufrollen und bei starkem Befall vertrocknen.



Abbildung 32: Saugschäden der Grünen Rebzikade, weiße Rebsorten: befallene Blattbereiche hellen sich auf (links), rote Rebsorten reagieren mit einer auffallenden Rotverfärbung des Blattgewebes (rechts), (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)

Bekämpfung

Eine chemische Bekämpfung richtet sich gezielt gegen die Larven. Erwachsene Tiere fliegen auf, wenn sie gestört werden und können so dem Wirkstoff ausweichen. Die Schadensschwelle liegt bei durchschnittlich 2 bis 5 Larven/Blatt, wobei mindestens 25 Blätter auf Larvenbefall überprüft werden sollten. Normalerweise wird erst die zweite Generation mit einem zugelassenen/genehmigten Insektizid bekämpft, da die erste Larvengeneration häufig nicht die Schadensschwelle überschreitet. In traditionell gefährdeten Lagen, die regelmäßig starke Schäden zeigen, kann auch bereits die erste Generation bekämpft werden. Bei anfallenden Laubarbeiten ist darauf zu achten, dass noch genügend assimilationsfähiges Laub zur Verfügung steht. Geiztriebe im oberen Laubwandbereich und neu hinzu wachsende Triebspitzen sollten daher nicht radikal zurück geschnitten werden, da sie den Assimilationsverlust geschädigter Blätter bis zu einem gewissen Grad ausgleichen können.

4.2.8 Kirschessigfliege (*Drosophila suzukii*)

Lebensweise und Schadwirkung

Die Kirschessigfliege stammt ursprünglich aus Asien und ist seit 2011 in Deutschland anzufinden. Weibchen sind in der Lage mit Hilfe ihres gezähnten, sklerotisierten Eiablageapparates (Ovipositor) die Fruchthaut anzuritzen und dadurch zu verletzen. Anschließend versenken sie ihre Eier unmittelbar unter der Fruchthaut. Ein Schaden entsteht durch die Beerenverletzung an der intakten Frucht, die eine Eintrittspforte für Sekundärerreger (Pilze und Bakterien) darstellt und somit zu weiteren Schädigungen führen kann. Entscheidend ist dabei die Folgewitterung. Durch Trockenheit können eventuelle Beerenverletzungen eintrocknen, bei feucht-nasser Wetterlage steigt das Risiko, dass sich die Erreger der sekundären Infektionen ausbreiten und weitreichende Schäden anrichten.

Im Anschluss an die Eiablage unter der Beerenhaut entwickeln sich die Maden der Kirschessigfliegen im Inneren der heranreifenden bzw. reifen Früchte. *D. suzukii* ist hochgradig polyphag; die nur 2-3 mm kleinen Fliegen haben eine Vorliebe für weichhäutige, meist rote Früchte, darunter auch Weintrauben.

Aufgrund der kurzen Entwicklungszeit bei optimalen Wetterbedingungen kollabieren die Früchte teils innerhalb weniger Tage. Bei feucht-warmen Witterungsverhältnissen mit Temperaturen um die 25°C und ca. 65% relativer Luftfeuchte kann es somit zu einem explosionsartigen Anstieg der Populationszahlen kommen.

Bekämpfung

Mittels Köderfallen (Abbildung 33) kann die Populationsentwicklung im Weinberg und umliegenden Saumstrukturen (evtl. Wirtspflanzen) erfasst werden. Die Fangzahlen der Kirschessigfliegen stellen jedoch nicht unbedingt den Befall an den Weinbeeren dar. Daher sollte zusätzlich ab Farbumschlag eine regelmäßige Bonitur auf Eiablage durchgeführt werden. Hierfür werden über die Anlage verteilt mindestens 15-30 Traubenteile gesunder Trauben entnommen und davon 50 unbeschädigte Beeren mit einer Lupe auf die aus der Beere ragenden Atemfäden hin untersucht (Abbildung 33).



Köderflüssigkeit:

75 % naturtrüber Apfelessig

25 % Rotwein

ein Teelöffel Zucker auf 100 ml
Köderflüssigkeit

Abbildung 33: Ei der Kirschessigfliege mit den aus der Beere herausragenden typischen Atemanhängen (links), Köderfalle mit Rezept der Köderflüssigkeit (rechts), (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)

Da die Weinbeeren erst ab dem Farbumschlag und somit kurz vor der Lese für die Kirschessigfliegen attraktiv werden, muss eine Bekämpfung mit chemischen Insektiziden zu diesem Zeitpunkt gut abgewogen werden. Die Wartezeiten der Pflanzenschutzmittel sind einzuhalten und können letztlich dazu führen, dass behandelte Anlagen durch ein erneutes Anwachsen der Fliegenpopulation stark geschädigt werden, jedoch noch nicht geerntet werden dürfen. Oftmals wird daher im Falle eines Befalls die frühe Lese einer Insektizidbehandlung vorgezogen. Bei der Entscheidung sollten sowohl der voraussichtliche Zeitpunkt der Lese (sortenabhängig), die angegebene Wartezeit des Insektizids, aber auch die vorhergesagten Wetterbedingungen und die festgestellte Befallsstärke in die Entscheidung miteinbezogen werden.

Als sehr wirkungsvoll haben sich insbesondere prophylaktische kulturtechnische Maßnahmen (Tabelle 11) gezeigt, die die Rebanlage für die Fliege unattraktiv machen und den Einflug in diese verzögern oder gar weitestgehend verhindern.

Tabelle 11: Maßnahmen zur prophylaktischen Bekämpfung der Kirschessigfliege (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)

Maßnahmen im Weinberg	Nutzen/Wirkung
Angepasstes Entblättern der Traubenzone („Freistellen der Trauben“)	Schnelleres Abtrocknen der Trauben Sonnige, warme Bedingungen in der Traubenzone
Bei Bedarf bzw. je nach Sorte: Laubwandhöhe angemessen korrigieren	Beschattung wird verringert. Aber: Blatt-Fruchtverhältnis beachten (Dornfelder!)
Begrünung vor Reifebeginn kurz halten	Trockeneres Mikroklima im Rebstockbereich Schattige Zonen werden reduziert
Rechtzeitig vor dem Umfärben den Ertrag regulieren Traubenverletzungen möglichst vermeiden!	Saftaustritt aus verletzten Beeren wird minimiert Trauben werden weitgehend gesund erhalten Essigfliegen werden nicht unnötig angelockt
Optimale Pflanzenschutz- und Pflegemaßnahmen gegen pilzliche Krankheiten, tierische Schaderreger und Beerenbeschädigungen	Frühe Beerenschädigungen werden reduziert (z.B. Mikrorisse durch Oidium, Abdrücken von Beeren)
Konsequente Hygienemaßnahmen: <ul style="list-style-type: none"> • z.B. Trester nicht in ungeernteten gefährdeten Weinbergen ausbringen, besser außerhalb der Weinbergsareale • rausgeschnittene reife Trauben entfernen 	Essigfliegen werden nicht unnötig angelockt!

4.2.9 Nematoden (Fadenwürmer, Älchen)

Lebensweise und Schadwirkung

Die Hauptbedeutung der Nematoden im Weinbau liegt in ihrer Funktion als Virusüberträger. Die für den Weinbau wichtigen Gattungen sind *Xiphinema*, *Longidorus* und *Paralongidorus*. Diese fadenförmigen Würmer sind 1,5 - 12 mm lang und haben einen relativ langen, hohlnadelartigen Mundstachel (0,1 - 0,3 mm), mit dem sie Wurzelzellen zur Nahrungsaufnahme aussaugen können (Abbildung 33). Diese Nematoden haben mit Ausnahme der Art *Xiphinema index*, welche sich bei uns nur an Reben vermehrt, einen relativ großen Wirtspflanzenkreis und sind deshalb in vielen Kulturen und im natürlichen Bewuchs anzutreffen. Durch die Saugtätigkeit bei der Nahrungsbeschaffung kommt es zur Übertragung der so genannten Nepoviren von einer Rebe zur nächsten. Virusinfektionen, hervorgerufen durch virusübertragende Nematoden, breiten sich herdförmig im Bestand aus.



Abbildung 34: *Xiphinema spec.*, Kopf mit Mundstachel, (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)

In Rebschulen können direktschädigende Nematoden auftreten. Sie stechen die Wurzeln dicht hinter ihrer Spitze an. Die Wurzelspitze stirbt dadurch ab, die jungen Reben kümmern und sterben letztlich ebenfalls ab. Auffällig ist auch hier das herdförmige Auftreten. Diese Schäden treten aber sehr selten im deutschen Weinbau auf.

Ob Nematoden im Boden vorhanden sind, lässt sich nur durch eine entsprechende Untersuchung feststellen. Sie ist anzuraten, wenn Virussympptome festzustellen sind. Diese Untersuchung kann nur in speziellen Instituten vorgenommen werden (in Rheinland-Pfalz z. B. am Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum – Rheinpfalz, Neustadt/Weinstraße). Deshalb ist im gegebenen Fall zunächst Kontakt mit der zuständigen Beratungsstelle aufzunehmen.

Die Nematodenuntersuchung **muss** vorgenommen werden, wenn auf der betreffenden Fläche Reben zu Vermehrungszwecken (Edelreisgewinnung, Unterlagenschnittgärten) angepflanzt werden sollen (Rebenpflanzgut VO § 7 Abs. 2 vom 21.01.86, zuletzt geändert durch Artikel 4 der

Verordnung vom 16. März 2010). Der Befund muss selbstverständlich negativ sein (negativ bedeutet in diesem Fall: „keine virusübertragenden Nematoden nachgewiesen“). Diese Untersuchung muss auch auf Rebschulflächen durchgeführt werden, wobei hier unter bestimmten Umständen auf eine Bodenuntersuchung verzichtet werden kann.

Bekämpfung

Eine **chemische Bekämpfung** ist nicht möglich, da im Weinbau keine entsprechenden Mittel (Nematizide) zugelassen sind. Es kommen deshalb nur vorbeugende, indirekte Maßnahmen in Frage. Bei Rebschulen kann das Problem durch Wechsel auf eine nematodenfreie, eventuell noch nicht weinbaulich genutzte Fläche gelöst werden. Ansonsten sind, insbesondere wenn im Altbestand Virussymptome aufgetreten sind, vor der Neuanlage von Ertragsweibergen folgende Maßnahmen durchzuführen:

- beim Roden alter Anlagen Rebstöcke und Wurzelreste möglichst restlos entfernen
- intensive, tief wendende Bodenbearbeitung nach dem Roden; damit können Nematoden eher geschädigt werden als durch Tiefenlockerung allein
- Brache von mindestens 5 Jahren einfügen, dabei natürliche Begrünung vermeiden, da sich Nematoden auch an diesen Pflanzen weitervermehren können. Am günstigsten wäre eine Schwarzbrache. Da dies aus weinbaulichen und ökologischen Gründen nicht sinnvoll ist, sollten zur Begrünung Pflanzen verwendet werden, die den Nematoden nicht als Wirtspflanze dienen. Geeignet sind: **Ölrettich, Senf, Luzerne, Bokharaklee, Bitterlupine**.
- Einsatz von Garlon (Zulassungsstand beachten): Dieses Herbizid ist u. a. zugelassen für Weinreben, die zur Rodung vorgesehen sind und einen Wurzelbefall mit Reblaus und/oder virusübertragenden Nematoden aufweisen. Dadurch sollen die virushaltigen Rebwurzeln schneller abgetötet und die Nematoden ausgehungert werden. Das Mittel kann injiziert, gestrichen oder mit tragbaren Geräten und Spritzschirm gespritzt werden, darf aber nicht in der Vegetationsruhe angewendet werden.

Im Übrigen helfen weinbauliche Maßnahmen, wie Optimierung der Bodenstruktur und der Nährstoffversorgung, reduzierter Anschnitt in der Neuanlage sowie optimaler Pflegezustand der Rebanlage und eine geeignete Sortenwahl, zumindest die Schadwirkung zu verringern. Der Gesundheitswert des Bodens wird damit aber **nicht** verbessert.

4.3 Vogelabwehr

Im Herbst können verschiedene Vogelarten wie Stare, Schwarzamseln, Wacholderdrosseln und Spatzen Fraßschäden an Trauben verursachen. Es gibt folgende Möglichkeiten, Vögel von den Trauben fernzuhalten:

Feldhüter

Ein/e FeldhüterIn mit einem Schreckschussrevolver und Starenschreckschussmunition ist die beste und schonendste Methode der Vogelabwehr. Es wird nur bei Gefahr geschossen, die Anwesenheit übt eine zusätzliche Schreckwirkung aus, eine Gewöhnung wird vermieden. Für den Bezug der Starenschreckmunition ist ein Munitionserwerbsschein notwendig. Für den Gebrauch des Revolvers ist ein kleiner Waffenschein Voraussetzung, es gibt aber für Personen ab 18 Jahren örtliche Ausnahmen. Feldhüter benötigen auch einen Sachkundenachweis. Diese Methode ist kostenintensiv.

Akustische Vogelabwehrgeräte

Es werden Schussapparate und phonoakustische Geräte, die über Lautsprecher Geräusche wie z.B. Greifvogelschreie abgeben, eingesetzt. Um eine Gewöhnung zu vermeiden, werden die Geräusche in unterschiedlichen Intervallen erzeugt. Ganz verhindern lässt sich der Gewöhnungseffekt nicht. Problematisch ist die Lärmbelästigung von Anwohnern. Bei Geräten, die mit einem geringeren Abstand als 1000 m zu Dorf- und Wohngebieten eingesetzt werden sollen, ist eine Genehmigung des zuständigen Ordnungsamtes notwendig. Folgende Maßnahmen sind einzuhalten:

- Flächendeckende Starenabwehr nur während der Hauptlesezeit
- Anzahl der Apparate auf unbedingt notwendiges Maß beschränken
- Sicherheitsabstand zu Wegen einhalten, Mündungen nicht zu Wohngebieten ausrichten
- Nachtruhe von 22 bis 6 Uhr einhalten, bei abnehmender Tageslänge verlängert sich diese
- Abstandsrichtwerte zu Wohngebieten und Abstände zu anderen Schussanlagen einhalten

Netze

Das Anbringen von Netzen muss sorgfältig geprüft werden und ist im Allgemeinen nur in der Nähe von Wohngebieten, Waldrändern und Gebüsch gerechtfertigt. Die Maschenweite der blauen Netze sollte höchstens 25 mm x 25 mm betragen, damit die Netze nicht von Kleinvögeln durchdrungen werden können, da sonst die Gefahr des Hängenbleibens besteht. Übergangsweise dürfen noch vorhandene Netze von 30 mm x 30 mm verwendet werden. Die Netze müssen regelmäßig kontrolliert und bei Bedarf nachgespannt werden. Die Netze sollten vor der Lese aus den Weinbergen entfernt werden. Nachteile sind das Abfallen der Trauben beim Entfernen der Netze, der relativ hohe Arbeitsaufwand und die Gefahr für Vögel und Kleintiere.

Traubenzonenbespannung: Die Seitenbespannung der Traubenzonen ist für Tiere die schonendste und beste Bespannungsart und deshalb den anderen Bespannungsarten vorzuziehen. Sie dient auch als Schutz gegen Wespen.

Die Seitenbespannung bis zum Boden muss im unteren Bereich mit Drahtgeflecht als Schutz für Igel und Vögel versehen sein und sollte nur in Ausnahmefällen verwendet werden.

Die Ganzflächenbespannung mit 40 cm Abstand zum Boden als Schutz von Kleinsäuger und Vögel ist für einfliegende Starenschwärme gut geeignet. Die Netze müssen straff und windsicher gespannt sein, es dürfen keine losen Enden runterhängen.

Optische Abwehrmaßnahmen

Vogelscheuchen, Schreckbänder, Alustreifen, an Schnüren aufgehängte CD`s und Drachen sind bei mäßigem bis hohem Starendruck auf Dauer wenig wirksam und werden in der Praxis kaum eingesetzt.

4.4 Viruskrankheiten (Virose)

4.4.1 Allgemeines

Viren nehmen eine Mittelstellung zwischen toter Materie und Lebewesen ein. Im Gegensatz zu Lebewesen haben sie keine zelluläre Struktur und keinen eigenen Stoffwechsel, sie können nicht wachsen. Eine Abgrenzung zur toten Materie ist jedoch dadurch gegeben, dass sie sich mit Hilfe anderer Lebewesen vermehren können. Insofern können sie als eine Vorstufe des Lebens angesehen werden. Viren zwingen die Pflanzen, viruseigenes statt pflanzeigenes Eiweiß zu produzieren. Diese Umprogrammierung der Pflanze stört in der Regel deren Stoffwechsel in ganz erheblichem Maße und es kommt zu den beobachteten Krankheitserscheinungen. Diese wiederum führen zu einem Leistungsabfall der Rebe.

4.4.2 Wichtige Viruskrankheiten der Reben

Weltweit wurden mittlerweile mehr als 70 verschiedene Viren aus Reben isoliert, die aber nicht alle in Deutschland vorkommen. Die wirtschaftlich wichtigsten Rebvirose im deutschen Weinbau sind der Komplex der **Reisigkrankheit** und der der **Blattrollkrankheit**. Alle Viruskrankheiten werden durch Pfropfung übertragen, während es beim Rebschnitt **nicht** zu einer Virusübertragung kommt.

4.4.2.1 Reisigkrankheit

Die am häufigsten in reisigkranken Reben nachgewiesenen Viren sind das **Reisigvirus (Fanleaf-Virus)**, das **Arabismosaik-Virus** sowie das **Himbeerringflecken-Virus**. Diese gehören zu den so genannten **Nepoviren**, die durch Nematoden übertragen werden. Die sichtbaren Symptome sind sehr vielfältig und lassen nicht immer die für das Schadbild verantwortlichen Viren erkennen. Typische Symptome der Reisigkrankheit sind z.B. Schwachwüchsigkeit, verkürzte Internodien, Doppelknoten, asymmetrisch ausgebildete Blätter mit geöffneter Stielbucht und Raffung der Blattadern (Abbildung 35).



Abbildung 35: Blattdeformationen, Reisigkrankheit an Chardonnay (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)

Die Gescheine beginnen bald nach der Blüte durchzurieseln, es kann zu Ertragsverlusten von mehr als 50 % kommen. Bei der **Infektiösen Panaschüre** (Abbildung 36), einer Sonderform der Reisigkrankheit, sind unterschiedliche Gelbverfärbungen der Blattspreite besonders auffällig. Die Symptomausprägung hängt sehr stark von der Rebsorte, dem Virus und von den Umweltbedingungen ab. Die Rebsorte Kerner reagiert in besonderer Weise auf Befall durch das Arabismosaik-Virus mit Absterbeerscheinungen (**Kernerkrankheit**, Abbildung 36).



Abbildung 36: Sonderformen der Reisigkrankheit, links und Mitte: Infektiöse Panaschüre; rechts: Kernerkrankheit (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)

4.4.2.2 Blattrollkrankheit

Der Komplex der **Blattrollkrankheit** (Abbildung 37) wird von verschiedenen Ampelo- und Closteroviren hervorgerufen. Auffälligstes Symptom dieser Krankheit ist das starke Blattrollen verbunden mit einer verfrüht einsetzenden Herbstverfärbung. Bei Weißweinsorten beginnen sich die Spreiten vom Blattrand her gelb, bei Rotweinsorten dunkelrot zu verfärben. Die Blattadern bleiben jedoch grün. Die Symptome beginnen an den ältesten Blättern und setzen sich am Trieb

allmählich nach oben fort. Sie werden erst zum Herbst hin gut sichtbar. Mehr oder weniger deutliche Ertragseinbußen sind die Folge.



Abbildung 37: Spätburgunder, Blattrollkrankheit (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)

4.4.3 Bekämpfung

Eine direkte Bekämpfung der Reisig- und Blattrollkrankheit im Bestand ist nicht möglich. Deshalb bleibt nur die indirekte Bekämpfung durch Ausschalten der Überträger (Schmier- und Schildläuse), sorgfältige Kontrolle der Vermehrungsbestände und ausschließliche Verwendung gesunden Pflanzgutes. Indirekte Bekämpfung heißt also unter anderem Ausschluss von virusinfiziertem Pflanzmaterial von der Vermehrung. Aus diesem Grund dürfen seit dem 01.04.2002 die Mutterrebenbestände, die der Erzeugung von Basispflanzgut dienen, nur noch aus virusgetestetem Vorstufenpflanzgut erstellt werden. Seit 2006 müssen Vermehrungsbestände in Abhängigkeit von der Pflanzgutkategorie in regelmäßigen Abständen auf die wichtigsten Viren getestet werden (Rebenpflanzgut VO § 4 Abs. 3 vom 21.01.86, zuletzt geändert durch Artikel 4 der Verordnung vom 16. März 2010).

4.5 Bakterienkrankheiten (Bakteriosen)

4.5.1 Mauke

Lebensweise und Schadwirkung

Die Mauke wird von *Allorhizobium (Agrobacterium) vitis*, einem stäbchenförmigen Bakterium, hervorgerufen, das sehr eng an den Stoffwechsel der Rebe angepasst ist. In infizierten Reben leben die Bakterien normalerweise latent und beeinflussen zunächst weder Ertrag noch Qualität. Erst wenn noch teilungsfähiges Gewebe durch äußere Einflüsse (Frost, Hagel, mechanische Verletzungen, nicht jedoch beim Reb- und Laubschnitt) verletzt wird, kommt es zur Bildung der für die Krankheit typischen Tumore (Abbildung 38). Die Bakterien leben im Leitungsgewebe der Rebe, das durch die Tumorbildung angegriffen wird. Die Reben zeigen dadurch Symptome einer

mangelhaften Nährstoffversorgung, junge, stark befallene Reben sterben ab. Ältere Reben können einen schwachen Befall tolerieren, es kann aber zu Qualitätseinbußen kommen.



Abbildung 38: durch *Allorhizobium (Agrobacterium) vitis* verursachte Tumore an der Stammbasis und an der Stammmitte von Ertragsreben sowie an Pflanzrebe (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)

Wirtschaftliche Bedeutung und Bekämpfung

Die Krankheit tritt nicht in jedem Jahr in gleicher Stärke auf, sondern kommt gehäuft nach Jahren mit strengem Winterfrost vor und führt dann zu ernststen wirtschaftlichen Problemen. Eine direkte Bekämpfung ist zurzeit weder chemisch noch biologisch möglich, sie muss indirekt durch konsequente Durchführung phytosanitärer Maßnahmen vorgenommen werden. Die Mauke kann bei der Veredlung übertragen werden, deshalb sollte ausschließlich gesundes Pflanzgut verwendet werden. Bei der Rodung befallener Altbestände sollten die Reben einschließlich ihrer Wurzeln möglichst vollständig beseitigt werden, da eine Infektion neu gepflanzter Reben über infizierte Wurzelreste nicht ausgeschlossen ist. Bei der Weinbergsbewirtschaftung sind Verletzungen insbesondere an der Stammbasis zu vermeiden, da offene Wunden dem Erreger als mögliche Eintrittspforten dienen könnten.

4.5.2 Vergilbungskrankheiten der Rebe

Lebensweise und Schadwirkung

Zu den Vergilbungskrankheiten der Rebe werden die **Flavescence dorée (FD)**, die **Schwarzholkrankheit (Bois noir, BN)** und die **Flavescence dorée Typ-Pfalz (FD-Pfalz)** gerechnet. Obwohl die Krankheiten von verschiedenen Phytoplasmen (zellwandlosen Bakterien) verursacht werden, sind die durch sie verursachten Symptome kaum voneinander zu unterscheiden und können daher nicht zur Erreger-Identifizierung herangezogen werden. Die Rebphytoplasmen werden durch verschiedene Kleinzikaden übertragen, jedoch **nicht** durch die im Weinbau häufig auftretende Grüne Rebzikade *Empoasca vitis*.

Im deutschen Weinbau kommen sowohl die Schwarzholzkrankheit als auch die FD-Pfalz vor, aber Vorkommen von FD kann nicht ausgeschlossen werden. Symptome an befallenen Reben werden frühestens ab Mitte August sichtbar und zeigen sich durch Verfärbungen der Blattspreiten (rote Sorten färben sich frühzeitig rot, weiße Sorten vergilben) und einem je nach Rebsorte mehr oder weniger starken Blattrollen.



Abbildung 39: Symptome der Schwarzholzkrankheit -> Chardonnay Blattvergilbung (links), Lemberger, Blattverfärbung (rechts), (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)

Die Symptome beginnen an der Spitze der Triebe und lassen sich dadurch von der Blattrollkrankheit unterscheiden. Je nach dem jahreszeitlichen Auftreten vertrocknen die Gescheine oder die Trauben verwelken und die Beeren fallen ab (Abbildung 39). Verbleibende Beeren haben einen extrem bitteren Geschmack. Bei der **Schwarzholzkrankheit** reift das einjährige Holz unregelmäßig oder gar nicht aus. Mangelhaft ausgereifte Triebe kranker Rebstöcke färben sich im Winter schwarz, daher kommt auch der Name der Krankheit. Das Holz für einen guten Neuaustrieb im folgenden Jahr ist durch die schlechte Holzreife reduziert, kranke Stöcke können gelegentlich absterben.

Wirtschaftliche Bedeutung und Bekämpfung

Vergilbungskrankheiten werden durch Kleinzikaden übertragen (BN durch Winden-Glasflügelzikade *Hyalesthes obsoletus*; FD-Pfalz durch *Oncopsis alni*, FD durch verschiedene Baumzirpen *Allygus spp.* und die Orientzikade *Orientus ishidae*), die beide auf der Rebe nicht lebensfähig sind. Die Rebe wird bei der Nahrungssuche nur versehentlich angestochen, dabei kann jedoch der Erreger übertragen werden. Die Rebe spielt aber als Infektionsquelle für die Zikaden keine Rolle, denn die Zikaden bevorzugen krautige Wirtspflanzen (*H. obsoletus*) bzw. leben an der Erle (*O. alni*). Das Schnittholz kranker Reben selbst stellt keine Infektionsquelle dar.

Während die FD-Pfalz zurzeit keinerlei wirtschaftliche Bedeutung in Deutschland hat, nimmt die der **Schwarzholzkrankheit** seit ein paar Jahren in allen Weinbaugebieten stark zu. In infizierten Weinbergen kommen mittlerweile Infektionsraten von bis zu 50 % vor. Molekularbiologische Untersuchungen kranker Reben und der Winden-Glasflügelzikade haben ergeben, dass die Infektion dabei in den meisten Fällen von der Großen Brennessel *Urtica dioica* ausgeht, die sowohl Wirt der Zikade als auch des Erregers ist. Deshalb sollte in schwarzholzkranken Weinbergen und in deren näherer Umgebung eine effektive Brennesselbekämpfung durchgeführt werden, die auch eine Beseitigung der Wurzeln umfassen muss. Die Entwicklung der Winden-Glasflügelzikade findet ausschließlich unterirdisch an den Wurzeln ihrer Wirtspflanzen statt. Nur die ausgewachsenen Tiere sind während der Flugphase (Anfang Juni bis Ende August) oberirdisch anzutreffen. Während dieser Zeit sollte jedoch auf eine Bekämpfung der Brennesseln verzichtet werden und die Bestände auf keinen Fall abgemäht oder abgemulcht werden. Findet die Zikade während ihrer Flugphase keine geeigneten Wirts- und Nahrungspflanzen, fliegt sie verstärkt die Reben an und der Infektionsdruck auf die angrenzenden Weinberge vergrößert sich. Da der Lebensraum von *H. obsoletus* in erster Linie Wegränder und Böschungen und nicht direkt die Weinberge sind, die Tiere außerdem die meiste Zeit des Jahres eine unterirdische Lebensweise haben, ist eine Insektizid-Behandlung befallener Reben zur Bekämpfung der Überträger **nicht** sinnvoll.

An kranken Reben sollten befallene Triebe beim Auftreten der Symptome sofort bis in die gesunden Teile zurück geschnitten werden, um eine weitere Ausbreitung der Bakterien in der Rebe zu verhindern. Da von mit der Schwarzholzkrankheit infizierten Reben keine Gefahr für benachbarte Stöcke ausgeht, brauchen die kranken Stöcke nicht entfernt werden. Das Schnittholz kranker Reben selbst stellt keine Infektionsquelle dar, es kann im Weinberg belassen werden.

FD kann durch verschiedene Zikadenarten von anderen Pflanzen gelegentlich auf Reben übertragen werden. Der Hauptüberträger von FD-Phytoplasmen ist jedoch die **Amerikanische Rebzikade** *Scaphoideus titanus*, die den Erreger sehr effizient von Rebe zu Rebe verbreitet. Aktuell kommt diese Zikade aber **nicht in Deutschland** vor und das Risiko eines epidemischen FD-Ausbruchs ist gering.

5 Chemische Unkrautbekämpfung

Herbizide wirken gegen Unkräuter und Ungräser. Sie werden zur Bodenpflege eingesetzt, um unerwünschten Bodenbewuchs in Rebanlagen zu bekämpfen. Eine weitere Anwendung ist die Behandlung von unerwünschten Stocktrieben. Die Wirkung der **Herbizide** kann eingeteilt werden nach

- dem Aufnahmeort: **Bodenherbizide** (meist Voraufbauherbizide), **Blattherbizide** (Nachaufbauherbizide)
- dem Anwendungszeitpunkt: **Voraufbauherbizide**, **Nachaufbauherbizide**,
- der Wirkungsweise: **Kontaktherbizide** („Abbrenner“), **systemische Herbizide**,
- den Wirkungsbereichen: **Totalherbizide**, **selektive Herbizide**

Bei der Ausbringung sind die in der Zulassung festgelegten Auflagen und Anwendungsbestimmungen insbesondere die Abstände zu Gewässern, die je nach Verlustminderungskategorie unterschiedlich sind, einzuhalten.

Der aktuelle Zulassungsstand muss bei der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln stets beachtet werden. Dies betrifft auslaufende Zulassungen, Zulassungsverlängerungen, Neuzulassungen, Zulassungen gemäß einer Lückenindikation und teilweise auch Notfallzulassungen, die nur für vergleichsweise kurze Zeiträume gelten. In einer monatlich aktualisierten Datenbank stellt das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) als in Deutschland zuständige Zulassungsbehörde für Pflanzenschutzmittel die zulassungs- und anwendungsrelevanten Angaben der Mittel auf seiner Homepage (<https://www.bvl.bund.de>) zur Verfügung. Weitere Informationen über die aktuelle Zulassungssituation der Herbizide finden sich unter <https://www.pflanzenschutz-information.de/>. Im Folgenden angegebene Pflanzenschutzmittel basieren auf dem Zulassungsstand vom September 2023.

5.1 Bodenherbizide (Voraufbaumittel)

Die Wirkstoffe dieser Herbizidgruppe werden entweder über die Unkrautwurzeln oder von den keimenden Samen aufgenommen, deshalb werden vorhandene Unkräuter in der Regel nur unzureichend erfasst. Bodenherbizide sind meist Voraufbaumittel. Es gibt auch Herbizide, die im Vor- und Nachaufbau wirken. Sie haben neben der Wirkung über die Wurzel zudem eine Blattwirkung und wirken meistens bis zum Keimblattstadium. Bodenherbizide sollten auf weitgehend unkrautfreiem Boden, spätestens beim Auflaufen der Unkräuter, ausgebracht werden. Sie haben eine gute Dauerwirkung aber in der Regel keine Wirkung auf größere Unkräuter. Auf Grund ihres Wirkmechanismus als Voraufbaumittel sind sie zur besseren Verteilung im Boden, je nach Bodenfeuchte, mit höheren Wasseraufwandmengen (bis 1000 l/ha) auszubringen. Der im Weinbau zugelassene Bodenherbizidwirkstoff Flazasulfuron (Katana) hat eine hohe Persistenz im Boden

und sollte deshalb 3 Jahre vor einer Neupflanzung mit Reben nicht mehr angewendet werden. Bei der Anwendung von Propyzamid (Kerb Flo) und Flumioaxazin (Vorox F) sind solche Probleme nicht bekannt.

Tabelle 12: Merkmale häufig im Weinbau vorkommender Unkräuter (Müller, 2019)

Bezeichnung	Wuchsverhalten	Vorkommen	Bekämpfbarkeit		Bekämpfungswürdigkeit
			mechanisch	chemisch	
Gemeine Quecke	Gras mit weit kriechenden unterirdischen Ausläufern	auf fast allen, verstärkt auf nährstoffreichen, dichten Böden	sehr schlecht	gut (mit Glyphosat)	sehr hoch
Amarantarten	üppig und bis ca. 1m hoch wachsend	auf humosen, nährstoffreichen, warmen Böden	mäßig	gut	hoch
Hirtentäschel	lückig und mäßig hoch wachsend	auch auf mageren, aber lockeren Böden	gut	gut	gering
Pfeilkresse	aufrecht bis 50 cm hoch, starkes Verdrängungsvermögen; Vermehrung auch über Wurzelaufläufer	kiesige, kalkhaltige Lehmböden	schlecht	mäßig	sehr hoch
Weißer Gänsefuß	locker, aber bis 150 cm hoch wachsend	gare, stickstoffreiche Lehm- und Sandböden	gut	gut	hoch
Distelarten	z.T. über 1 m hoch wachsend, starkes Verdrängungsvermögen	auf fast allen Böden	mäßig	gut	hoch
Ackerwinde	am Boden flach wachsend, aber an den Stöcken hochrankend	trockene, warme, lockere Böden	sehr schlecht	gut (mit Glyphosat)	sehr hoch
Klettenlabkraut	an den Stöcken hochrankend	fruchtbare, humose Böden	schlecht	mäßig	sehr hoch
Einjähriges Bingelkraut	dichte Bestände bildend	humose, nährstoffreiche, warme Böden	gut	gut	mäßig
Schwarzer Nachtschatten	dichte Bestände bildend, z.T. kräftige Stauden, höher als Bingelkraut	humose, nährstoffreiche, warme Böden	gut	gut	hoch
Gemeines Kreuzkraut	dicht aber mäßig hochwachsend	humose, stickstoffreiche, warme Böden	gut	gut	gering
Knötericharten	flachwachsend, Windknöterich hochrankend	z.T. auch auf dichten, feuchten Böden	gut; bei ausläufer-treibenden Arten schlecht	gut; bei ausläufer-treibenden Arten schlecht	hoch
Vogelmiere	dicht, aber flach wachsend	humose, stickstoffreiche, warme Böden	gut	gut	gering

5.2 Blattherbizide

Blattherbizide werden im Nachauflaufverfahren angewendet, da sie über die Blätter wirken. Es erfolgt eine Unterscheidung in Präparate mit Kontaktwirkung und mit systemischer Wirkung.

5.2.1 Kontaktherbizide („Abbrenner“)

Diese Herbizide wirken ausschließlich über die getroffenen Pflanzenteile, die bereits wenige Tage nach der Kontamination absterben. Eine gleichmäßige Benetzung ist anzustreben. Um Abtropfverluste und damit Wirkstoffverluste zu vermeiden, sollten die Wasseraufwandmengen 300 bis 600 l/ha nicht überschreiten. Wärme und Trockenheit erhöhen die Wirkung. Wurzelunkräuter werden nach einer gewissen Zeit wieder austreiben, da deren Wurzeln ungeschädigt bleiben. Unkrautsamen können sofort wieder keimen. Erfahrungsgemäß setzt 6 – 8 Wochen nach einer Anwendung von Kontaktherbiziden die Wiederbegrünung durch Unkräuter ein. Herbizide aus dieser Gruppe Quickdown, Shark und Beloukha.

5.2.2 Systemisch wirkende Herbizide

Totalherbizide mit dem Wirkstoff Glyphosat haben eine große Breitenwirkung gegen ein- und zweikeimblättrige Samen- und Wurzelunkräuter. **Gräserherbizide** (z.B. Focus Ultra, Select 240 EC; Genehmigung in 2022 und 2023 über einzelbetriebliche Zulassungen) wirken systemisch nur gegen einkeimblättrige Pflanzen. **Wuchsstoffherbizide** wirken nur auf zweikeimblättrige Pflanzen, es gibt keine aktuellen Zulassungen im Weinbau.

Durch den Transport des Wirkstoffes in die Wurzeln können auch hartnäckige Unkräuter bekämpft werden. Die Aufnahme des Wirkstoffs durch die Unkräuter wird bei schwülwarmer Witterung erheblich beschleunigt. Es sollte jedoch unmittelbar bis mindestens 2 Stunden nach der Applikation nicht regnen, um die Wirkstoffaufnahme nicht ungünstig zu beeinflussen. Die beste Wirkung wird mit 200 – 300 l/ha Wasseraufwand erzielt. Unkrautsamen können kurz nach der Applikation wieder keimen. Aufgrund der systemischen Wirkung ist bei Abdrift von Glyphosat auf die Rebe mit Schäden zu rechnen. Werden z.B. Stocktriebe von Glyphosat getroffen, sollten diese schnellstmöglich entfernt werden, damit möglichst wenig Wirkstoff von der gesamten Rebe aufgenommen wird.

5.3 Schäden an Reben

In Junganlagen dürfen die meisten Herbizide nicht verwendet werden, damit die Gefahr von Schäden an Reben ausgeschlossen ist. Die Hersteller geben in den Gebrauchsanleitungen nähere Hinweise, ab welchem Standjahr die Präparate eingesetzt werden können. Zudem ist in den jeweiligen Anwendungsbestimmungen der Zulassung die Anwendung in Kultur/Objekt reglementiert. Das 1. Standjahr bezeichnet das Folgejahr nach der Pflanzung.

Mit Kontaktherbiziden benetzte Stocktriebe werden verätzt. Die übrigen, nicht getroffenen Triebe so wie der gesamte Rebstock bleiben von Schädigungen ausgenommen. Dagegen kann der gesamte Rebstock Schadsymptome zeigen, wenn Stocktriebe am Stamm von systemisch wirkenden Herbiziden getroffen wurden. Die Schadstoffaufnahme durch die Reben kann verringert werden, je schneller die Stocktriebe nach einer Kontamination mit diesen Herbiziden entfernt werden. Stocktriebe, die mit Voraufmittlein benetzt werden, bleichen je nach Benetzung mehr oder weniger stark aus. Mitunter kann sich das Schadbild am gesamten Rebstock zeigen. Meistens wächst der Schaden nach einigen Wochen wieder aus.

Voraufmittlein und systemische Herbizide haben bei Abdrift auf Reben Einfluss auf den Fruchtansatz, wenn die Kontamination im Zeitraum vor bis zur Reblüte erfolgt und durch warmes, regnerisches Wetter das Wachstum der Reben noch beschleunigt wird. Eine Kontamination der Reben im Spätsommer führt häufig zu einer Einlagerung des Wirkstoffs im alten Holz und dadurch zu Schadsymptomen mit dem Austrieb im Folgejahr.

6 Nützlinge

6.1 Der Weinberg als Ökosystem

Der Weinberg ist ein Lebensraum (= Biotop), der eine Vielzahl von pflanzlichen und tierischen Lebewesen beherbergt, die zusammen eine Lebensgemeinschaft (= Biozönose) bilden. Biotop und Biozönose bilden ein funktionelles System, das so genannte Ökosystem.

Aus der Sicht des Pflanzenschutzes unterteilen wir die Lebewesen, die im Weinberg bzw. am Rebstock vorkommen, in drei Gruppen:

- Nützlinge
- Schaderreger (= Schadorganismen, Schädlinge)
- Indifferente

Bei den Indifferenten handelt es sich um Organismen, die in einer bestimmten Kultur weder als "schädlich" noch als "nützlich" eingestuft werden. Sie können jedoch indirekt nützlich sein, indem sie manchen Nützlingen als Nahrung, vor allem als Ersatznahrung beim Fehlen von Schaderregern, dienen können.

In den meisten landwirtschaftlichen Kulturen – so auch dem Weinberg - haben Schadorganismen beste Lebensbedingungen, weil dort ein für sie artspezifisch geeignetes überreichliches Nahrungsangebot vorhanden ist. Das Massenvorkommen dieser Organismen wird dadurch begünstigt. Der einseitigen Begünstigung der Schaderreger kann unter anderem durch Bewirtschaftungsmaßnahmen entgegengewirkt werden. Diese sollten so gestaltet sein, dass sie die Lebensbedingungen der Nützlinge und Indifferenten verbessern.

Ein vielfältiges Angebot an Nahrung und ein kontinuierlicher Stoffumsatz mit möglichst geringen Störungen durch Änderungen in der Bewirtschaftungsweise sind die wichtigsten Voraussetzungen für eine große Artenvielfalt. Unter günstigen Voraussetzungen kann hierdurch so mancher Schädling auf natürliche Weise erfolgreich kontrolliert werden.

6.2 Einteilung der Nützlinge im Tierreich

Als „Nützlinge“ werden in landwirtschaftlichen Kulturen oder auch im Forst Tiere bezeichnet, die als natürliche Gegenspieler von Schädlingen auftreten und diese bekämpfen. Diese Einteilung ist unabhängig von der Tierart. Nützlinge sind unter anderem Eidechsen, Insekten fressende Vögel und Säugetiere wie Igel und Spitzmaus. Das größte Nützlingspotenzial in Rebflächen stellen allerdings die Gliederfüßer (Arthropoda), zu denen die Insekten und Spinnentiere gehören. Wichtige Typen und Vertreter werden folgend vorgestellt.

6.2.1 Räuber und Parasitoide

Man kann die Nützlinge in Räuber (z.B. Marienkäfer, Florfliege, Tausendfüßler) und Parasitoide (z.B. Schlupf- und Erzwespen, Raupenfliegen) unterteilen.

Räuber sind in der Lage, den Schaderreger oder dessen Eier zu vertilgen oder auszusaugen. Parasitoide legen ihre Eier in oder an das Nährtier (= Wirt) oder dessen Eier, Larven- oder Puppenstadien. Die Parasitoidenlarve ernährt und entwickelt sich im Wirt. Erst unmittelbar vor der Verpuppung der Parasitoidenlarve stirbt der Wirt ab. Bei vielen Schlupfwespen verlassen die ausgewachsenen Larven den Wirt und verpuppen sich außerhalb.

6.2.2 Schutz- und Säuberungsräuber

Schutzräuber (z.B. Raubmilben) können Weinberge nur dann vor Schaderregern schützen (hier: Spinnmilben), wenn sie vor einer Massenvermehrung des Schädling in ausreichender Anzahl an den Reben vorhanden sind. Die Obstbaumspinnmilbe wird beispielsweise zuverlässig von Raubmilben kontrolliert, wenn durchschnittlich mindestens eine Raubmilbe pro Blatt auftritt. Schutzräuber zählen im Weinbau zu den effektivsten Gegenspielern von Schadmilben. Sie sind in der Lage, sich langfristig im Weinberg zu halten, wenn ausreichend Ersatznahrung pflanzlicher oder tierischer Herkunft (Bedeutung der Indifferenten!) zur Verfügung steht. Schutzräuber können den Aufbau einer starken Schädlingspopulation verhindern. Ist jedoch bereits eine solche vorhanden, so sind sie in der Regel nicht in der Lage, diese in kurzer Zeit auf ein Maß unterhalb der Schadensschwelle zu reduzieren.

Demgegenüber kommen die **Säuberungsräuber** (häufig Fluginsekten wie Florfliegen, Marienkäfer usw.) erst zur Geltung, wenn die als Nahrung dienenden Organismen in größerer Menge vorhanden sind, wobei dies nicht unbedingt Schädlinge sein müssen. Kommt es zu einem stärkeren Befall durch einen Schaderreger, so müssen sich Säuberungsräuber rasch und in ausreichender Anzahl ansiedeln, um einen wirtschaftlichen Schaden zu verhindern. Sind die Schaderreger vertilgt, dann wandert die Mehrzahl der Nützlinge ab, da sie keine alternativen Nahrungsquellen nutzen können. Viele Säuberungsräuber wechseln deshalb ständig ihren Aufenthaltsort, um ihre spezifischen Nahrungsquellen zu finden.

Um möglichst viele Nützlingsarten in einem Weinberg anzusiedeln und langfristig zu halten, sollten im unmittelbaren Umfeld unterschiedlich strukturierte Biotope (= Lebensräume) wie Gehölzonen, Raine, Trockenmauern oder Grünflächen mit zahlreichen Pflanzenarten angelegt und erhalten werden. Auch innerhalb der Weinberge können beispielsweise alternierende Bodenbegrünungen mit vielfältiger Kräuter- und Gräserstruktur zur Artenvielfalt beitragen und die Ansiedlung von Nützlingen in den Rebflächen zu fördern.

6.3 Die Raubmilbe - der wichtigste Nützing im Weinbau

Der Begriff "Raubmilben" ist ein Sammelbegriff für verschiedene räuberische Milben. Am Rebstock kommt überwiegend die Art *Typhlodromus pyri* vor. Ihre Beutetiere sind vorwiegend Spinnmilben (Obstbauspinnmilbe, Bohnenspinnmilbe). Auch Kräuselmilben und Blattgallmilben sowie Thripslarven werden von ihr als Nahrung angenommen.

Erkennen von Raubmilben

Raubmilben sind am ehesten in den Weinbergen zu finden, in denen seit mehreren Jahren keine Spinnmilbenprobleme auftraten. Werden die Blattadern auf der Blattunterseite in dem Bereich, in dem sie zum Stiel zusammenfließen (Abbildung 40), mit dem Daumen herausgedrückt und dem Licht ausgesetzt oder angehaucht, dann beginnen sich die kleinen milchig-weißen, opalisierenden, birnenförmigen Raubmilben in den Blattachseln zu bewegen. Eine ausgewachsene (= adulte) Raubmilbe wird bis zu ca. 0,4 mm groß. Als Vergleich dazu sind die Adulten der Obstbauspinnmilbe ca. 0,9 mm, und die Adulten der Bohnenspinnmilbe ca. 0,6 mm groß.

Sind Blattgallmilben auf dem Blatt, dann sitzen die Raubmilben bevorzugt im Bereich der Gallen, da diese Milben eine hervorragende Ersatznahrung darstellen. Allerdings fällt es den Raubmilben schwer, in die Gallen einzudringen. Haben Raubmilben Obstbauspinnmilben ausgesaugt, dann sind sie rötlich gefärbt, was das Erkennen erschwert.



Abbildung 40: Raubmilben auf typischer Fundstelle auf Blattunterseite (links), Raubmilbe saugt Bohnenspinnmilbe aus (rechts), (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)

Die Lebensweise von *Typhlodromus pyri*

Typhlodromus pyri überwintert als begattetes Weibchen in den Ritzen des mehrjährigen Holzes, insbesondere am Rebstamm. Mit dem Austrieb verlassen die Weibchen ihr Winterversteck und besiedeln die jungen Triebe. Daher ist zu dieser Zeit eine Befallskontrolle am einfachsten durchzuführen, da sich vergleichsweise viele Tiere auf wenigen Blättern aufhalten.

In einer Vegetationsperiode entwickeln sich ca. 3 Generationen. Unter Laborbedingungen legen Weibchen durchschnittlich 50 Eier ab. Die milchig-weißen, relativ großen ovalen Eier haben eine Länge von knapp 0,2 mm und eine Breite von 0,15 mm. Man findet sie meist in der Nähe von Blattnerven oder Blattachseln.

Raubmilben lieben in etwa die gleichen Witterungsbedingungen wie Spinnmilben. Im Gegensatz zu vielen Nützlingen hält sich die Raubmilbe dauerhaft an den Reben auf: Als typischer Schutzräuber kann sie sich auch von Ersatznahrung wie Pockenmilben, Staubmilben, Kugelmilben, anderen Kleintieren sowie insbesondere von Perldrüsen, Pollen usw. ernähren, wenn die Spinnmilbenpopulation stark reduziert wurde.

Die Schonung von Raubmilben

Um Raubmilben zu schonen, ist eine raubmilbenschonende Spritzfolge einzuhalten. Alle Rebschutzmittel werden im Verlauf der Zulassungsprüfung auf ihre raubmilbenbeeinflussende Wirkung untersucht. Schädigt ein Rebschutzmittel die Raubmilbe bis zu 40 %, so wird dieses Mittel als „nichtschädigend“ gegen die Raubmilbe *T. pyri* eingestuft. Bei einer Schädigungsrate zwischen 40 und 80 % erhält das Mittel die Einstufung „schwachschrädigend“ gegen die Raubmilbe *T. pyri*. Werden mehr als 80% der Raubmilben abgetötet, wird das entsprechende Produkt als „schädigend“ gegen die Raubmilbe *T. pyri* eingestuft.

Die Bedeutung der Raubmilbe *T. pyri* für den Weinbau ist allgemein bekannt und in der Praxis anerkannt. Entsprechend sind mittlerweile bis auf wenige Ausnahmen alle zugelassenen/genehmigten Pflanzenschutzmittel im Weinbau „nichtschrädigend“ oder „schwachschrädigend“ gegen *T. pyri*. Falls überhaupt keine Raubmilben im Weinberg angetroffen werden, kann man durch das Anbringen von Gipfellaub und/oder mehrjähriges Abfallholz (Rebschnitt) Raubmilben an die Empfängerreben ansiedeln. In jüngeren Rebanlagen vor allem innerhalb von Flurbereinigungsgebieten ist dies unbedingt zu empfehlen. Hier wurden mit den alten Ertragsreben auch die Raubmilbenpopulationen entfernt, so dass die neu gesetzten Weinberge in der Regel „raubmilbenfrei“ sind.

Ist im Durchschnitt mindestens eine Raubmilbe/Blatt vorhanden und wird eine raubmilbenschonende Spritzfolge praktiziert, kann in der Regel eine ausreichend starke Raubmilbenpopulation langfristig erhalten werden. Neu- oder Wiederbefall durch Spinnmilben wird so weitgehend verhindert. Von einer Begrünung oder Unkräutern können nach Mulchgängen oder Unterstockherbizidbehandlungen auch Bohnenspinnmilben auf die Rebe überwandern. In diesen Fällen kann ein raubmilbenschonendes Akarizid eingesetzt werden. Schwierigkeiten kann es auch geben, wenn plötzlich sehr viele Spinnmilben von einem stark befallenen Nachbarweinberg bei schwachem Raubmilbenbesatz überwandern.

6.4 Förderung weiterer Nützlinge

Je größer und vielfältiger das Angebot an pflanzlichem Material für die Primärkonsumenten, d.h. Pflanzen- und Abfallfresser ist, desto vielfältiger ist das Nahrungsangebot für die von den Primärkonsumenten lebenden Sekundärkonsumenten, wozu die Nützlinge gehören. In kahl gehaltenen Weinbergen ohne jeglichen Bodenbewuchs sind daher die Lebensbedingungen für viele Nützlinge relativ schlecht.

Die Ernährungsweise der Larvenstadien und der Adulten eines Nützlings können unterschiedlich sein. So sind die Larven der Erz- und Schlupfwespen, der Schweb- und Raupenfliegen, der Florfliegen usw. Fleischfresser (leben unter anderem von Schädlingen oder Indifferenten), während sich die adulten Tiere von Nektar, Pollen und Honigtau ernähren, also Blütenbesucher sind und dabei manche Blüte bestäuben. Auch daraus wird ersichtlich, dass man für einen reichhaltigen Nützlingsbesatz im Weinberg Futter- und Nektarpflanzen benötigt, die darüber hinaus auch Unterschlupf bieten.

In den Weinbergen können viele andere Organismen geduldet werden, die den Traubenertrag nicht beeinträchtigen. Dies gilt zunächst für die Pflanzen, die als Beikraut, Gründüngung oder Dauerbegrünung einen kontrollierten Bewuchs bilden.

Tabelle 13: Übersicht über die Nützlinge im Weinbau und deren Beutetiere am Rebstock (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)

Nützlinge	Beutetiere/Rebschädlinge
Raubmilben (<i>Typhlodromus pyri</i>), Florfliegen, Marienkäfer, Blindwanzen, Blumenwanzen, Kurzflügler, Spinnen, Weberknechte	Obstbaumspinnmilbe, Bohnenspinnmilbe, Kräuselmilbe
Raubmilben, Gallmücken	Blattgallmilbe
Florfliegenlarven, Schwebfliegenlarven, Ohrwürmer, Gallwespen, Raupenfliegen, Schlupfwespen, Brackwespen, Erzwespen	Rhombenspanner, Springwurmwickler, Traubenwicklerlarven
Marienkäfer, Florfliegen, Sichelwanzen, Blumenwanzen, Erzwespen	Schild- und Schmierläuse
Blumenwanzen, Blindwanzen, Florfliegen, Spinnen	Zikaden
Raupenfliegen, Schlupfwespen, Ohrwürmer, Laufkäfer	Erdraupen
Schlupfwespen, Laufkäfer, Spinnen, Weberknechte	Dickmaulrüssler

Blühende Pflanzen (Kräuter und Gräser) sind im Weinberg für die unten angeführten Nützlingsgruppen lebensnotwendig. Pflanzen mit großen Blüten, wie z.B. der Löwenzahn, locken zudem Nützlinge an. Aus den geschilderten Zusammenhängen wird auch die Bedeutung kleiner, nicht bewirtschafteter Flächen (Raine, Trockenmauern, Felsen usw.) in unmittelbarer Nähe des Weinbergs ersichtlich.

Zur Vervollständigung sei angemerkt, dass auch Wirbeltiere Schädlinge vertilgen können. Genannt seien hier stellvertretend für viele andere: Igel, Spitzmäuse, Fledermäuse, Meisen, Fliegenschnäpper und andere Vogelarten, sowie Eidechsen, Blindschleichen und Kröten.

6.5 Kurzbeschreibung weiterer wichtiger Nützlinge des Weinbaus

6.5.1 Räuber

6.5.1.1 Spinnentiere:

Wie der Systematik des Tierreiches zu entnehmen ist, gehören zur Klasse der Spinnentiere neben den Raubmilben unter anderem auch die Ordnungen der Spinnen und Weberknechte.

Spinnen:

Der Weinberg ist ein Lebensraum für viele Spinnenarten. Die Weibchen sind meist größer als die Männchen; diese haben verdickte Kiefertaster, die der Samenübertragung dienen. Spinnen haben verschiedene Strategien entwickelt, um Beute zu machen. Laufaktive Spinnen bauen keine Fangnetze. Unter ihnen gibt es so genannte Lauerjäger, die ihrer Beute auflauern (z.B. Krabbspinnen), und Spinnen, die Tiere aktiv fangen (z.B. Wolfspinnen, Jagdspinnen). Weiterhin gibt es Arten, die waagerechte oder senkrechte Fangnetze bauen, in denen sich Beutetiere verfangen. Hierzu gehören Radnetzspinnen, Kugelspinnen oder Baldachinspinnen. Die wichtigsten Erkennungsmerkmale von Spinnen sind: zweiteiliger Körper (Kopfbrust u. Hinterleib), 4 Beinpaare, 6 - 8 Punktaugen und 2 Paar Mundwerkzeuge. Sie haben weder Flügel noch Fühler.



Abbildung 41: links - Typischer Spinnenkörper mit 4 Paaren Beine (1), Kopfbruststück (2) und Hinterleib (3) (Kaldari, 2009); Wolfspinne (Mitte), Wespenspinne (rechts), (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)

Weberknechte:

Sie sind meist an ihren dünnen, langen Beinen zu erkennen. Der Körper hat keine auffälligen Einschnürungen, aber einen deutlich gegliederten Hinterleib (Abbildung 42). Oft lassen die Weberknechte - auch Kanker genannt - bei Gefahr ein Bein abfallen, was noch weiterzuckt, um den Feind abzulenken. Die vielgliedrigen Füße ermöglichen einen besseren Halt auf Pflanzen und Sträuchern, obwohl sich die Tiere besonders in Bodennähe aufhalten. Sie fressen modernes Pflanzenmaterial sowie tote Insekten, fangen aber auch lebende Insekten.

Spinnen und Weberknechte ernähren sich überwiegend von Gliederfüßern und machen keinen Unterschied zwischen Nützling oder Schädling. Jedoch erfassen sie die Schädlinge mit, Marienkäfer und Florfliegen verfangen sich kaum in den Netzen. Die frei herumlaufenden Tiere erfassen manchen Heu- oder Sauerwurm sowie Springwürmer auf dem Rebstock und manchen Dickmaulrüssler auf dem Boden.



Abbildung 42: Weberknecht (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)

6.5.1.2 Insekten

Die meisten Arten unter den Nützlingen gehören zur Klasse der Insekten. Im Gegensatz zu den Spinnentieren haben die Insekten in der Regel drei Beinpaare und häufig auch ein Paar Fühler. Erwachsene Tiere besitzen am Brustsegment bei vielen Arten ein bis zwei Paar Flügel. Wichtige Organe am Kopf sind zwei Komplexaugen und je nach Art unterschiedlich funktionierende Mundwerkzeuge (z.B. leckend, kauend-beißend oder saugend).

Florfliegen

Im Weinberg sind regelmäßig sowohl Eier als auch Larven, Puppen und ausgewachsene Tiere zu finden. Die häufigste Art ist die Gemeine Florfliege. Ausgewachsene Tiere sind grünlich gefärbt, besitzen relativ große, durch Adern benetzte glasige Flügel und auffallend große Komplexaugen.

Als Nützlich ist in erster Linie die Larve von Bedeutung. Sie saugt an Spinnmilben und deren Eiern und erbeutet andere Schädlinge wie Heu- und Sauerwürmer. Die Larve wird gelegentlich mit der Marienkäferlarve verwechselt.



Abbildung 43: Florfliege (links) und Florfliegenlarve (rechts), (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)

Marienkäfer

Der Marienkäfer ist auch im Weinberg ein sehr wertvoller Nützlich. Neben dem 7-Punkt-Marienkäfer gibt es noch eine Vielzahl weiterer Arten, wie z.B. den 2-Punkt-, den 10-Punkt- oder den 22-Punkt-Marienkäfer. Auch diese Arten leben teilweise räuberisch von Blattläusen, Milben, Eiern etc.. Marienkäfer sind typische Säuberungsräuber.

Laufkäfer und Hundertfüßer

Diese Nützlinge leben am Boden. Laufkäfer sind wichtige Gegenspieler des Dickmaulrüsslers und von Erdräupen. Sie ernähren sich außerdem von am Boden vorkommenden Würmern und Nacktschnecken, aber auch von Gliederfüßlern und deren Jugendstadien. Auch die Hundertfüßer ernähren sich von verschiedenen Insekten.



Abbildung 44: Marienkäferlarve (links), Puppe (Mitte), ausgewachsener Käfer (rechts), (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)



Abbildung 45: Laufkäfer (links), Hundertfüßer (rechts), (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)

Wanzen

Neben pflanzensaugenden Wanzen gibt es eine ganze Reihe von Wanzenarten, die räuberisch leben. Ihre Gefräßigkeit ist zum Teil sehr groß, weshalb die nützlichen Arten eine wichtige Rolle als Gegenspieler verschiedener Rebschädlinge spielen können. Es handelt sich um Arten, die zwischen knapp 1 mm und etwa 12 mm Größe erreichen. Viele erwachsene Wanzen können gut fliegen. Oft handelt es sich um recht farbige Tiere, die sowohl an der Rebe als auch auf dem Boden und der Bodenbegrünung anzutreffen sind. Von Bedeutung sind insbesondere Vertreter der Sichelwanzen, die Blind- oder Weichwanzen sowie die Blumenwanzen. Auch die Wanzen zählen zu den typischen Säuberungsräubern. Sie fressen neben Milben auch die Eier zahlreicher Schädlinge wie Traubenwickler, Springwurmwickler und Rhombenspanner.



Abbildung 46: Feuerwanze (links) und räuberische Wanze (rechts), (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)

6.5.2 Parasitische Nützlinge (Parasitoide)

6.5.2.1 Erzwespen

Die Gruppe der Erzwespen entwickelt sich parasitisch und gehört wie die folgende Gruppe der Schlupfwespen zu den Hautflüglern, zu denen auch die Biene oder die bekannten Wespen zählen.

Sie parasitieren in Rebanlagen unter anderem Eier, Larven und Puppen schädlicher Schmetterlingsarten. Vertreter der Gattung *Trichogramma* haben sich auf Schmetterlingseier spezialisiert und parasitieren zum Beispiel die Eier von Traubenwicklern (Abbildung 47). Die befallenen Traubenwicklereier sind schwarz und als dunkle Punkte an den Blütenständen bzw. an der Traube gut zu erkennen.



Abbildung 47: Erzwespen (links) sind häufig metallisch gefärbt. Durch die Erzwespe *Trichogramma* parasitiertes Traubenwicklerei (rechts), (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)

6.5.2.2 Schlupfwespen

Auch die Larven der Echten Schlupfwespen und der Brackwespen leben parasitisch unter anderem von Schmetterlingsraupen und -puppen.



Abbildung 48: Echte Schlupfwespe (links). Rechts: rundes Ausflugsloch einer Echten Schlupfwespe aus einer Springwurmpuppe (oben), darunter eine Puppenhülle des Springwurmwicklers, aus der ein Falter geschlüpft ist, (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)

6.5.2.3 Raupenfliegen

Raupenfliegen gehören zur Insektenordnung der Fliegen und parasitieren je nach Art verschiedene andere Insekten, unter anderem auch die in Rebanlagen auftretenden Schadschmetterlinge wie Traubenwickler und Springwurmwickler. Parasitierungsraten von bis zu 30% sind in Untersuchungen an Puppen des Springwurmwicklers nachgewiesen worden.



Abbildung 49: Raupenfliege (links), rechts Puppe der Raupenfliege neben ihrem Wirt, einer Puppe des Springwurmwicklers, (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)

7 Pflanzenschutzmittel

7.1 Definition Pflanzenschutzmittel, Pflanzenstärkungsmittel, Biozid

Pflanzenschutzmittel bestehen aus chemischen oder biologischen Stoffen oder „Gemischen“ und

- schützen Pflanzen oder lebende Teile von Pflanzen und Pflanzenerzeugnisse vor Schadorganismen,
- schützen Pflanzen oder lebende Teile von Pflanzen und Pflanzenerzeugnisse vor Tieren, Pflanzen oder Mikroorganismen, die nicht Schadorganismen sind,
- beeinflussen die Lebensvorgänge von Pflanzen, ohne ihrer Ernährung zu dienen (Wachstumsregler),
- Hemmen das Keimen von lebenden Teilen von Pflanzen und Pflanzenerzeugnissen (Beizen)
- töten Pflanzen ab oder hemmen/verhindern das Wachstum von Pflanzen (Herbizide).

Wasser, Düngemittel und Pflanzenstärkungsmittel (z. B. Wasserglas oder Steinmehl) sind im Gesetzestext ausdrücklich ausgenommen und somit keine Pflanzenschutzmittel.

Im Unterschied zu Pflanzenschutzmitteln sind **Pflanzenstärkungsmittel** gemäß dem Pflanzenschutzgesetz

- a) Stoffe und Gemische einschließlich Mikroorganismen, die ausschließlich dazu bestimmt sind, allgemein der Gesunderhaltung der Pflanzen zu dienen, soweit sie nicht Pflanzenschutzmittel nach Artikel 2 Absatz 1 der Verordnung (EG) Nr. 1107/2009, oder
- b) dazu bestimmt sind, Pflanzen vor nichtparasitären Beeinträchtigungen zu schützen;

Der wichtigste Unterschied zwischen Pflanzenschutz- und Pflanzenstärkungsmittel besteht darin, dass Pflanzenstärkungsmittel keine direkten Wirkungen auf Schadorganismen haben dürfen.

Biozide

Abzugrenzen von den Pflanzenschutzmitteln sind auch die Biozid-Produkte. Biozide sind im **nicht landwirtschaftlichen Bereich** eingesetzte Chemikalien oder Mikroorganismen, die Schadorganismen wie Ratten, Insekten, Pilze, Mikroben abschrecken, zerstören oder unschädlich machen. Beispiele sind Rattengifte, Ameisenmittel, Desinfektionsmittel und Holzschutzmittel. Teilweise werden die Wirkstoffe in Bioziden und in Pflanzenschutzmittel verwendet. Biozide unterliegen der EU-Verordnung Nr. 528/2012 (Biozid-Verordnung) und nicht dem Pflanzenschutzgesetz.

7.2 Rechtliche Regelungen

7.2.1 Zulassung von Pflanzenschutzmitteln

Von Pflanzenschutzmitteln dürfen keine schädlichen Auswirkungen auf die Gesundheit von Mensch und Tier und das Grundwasser und keine unverträglichen Auswirkungen auf den Naturhaushalt ausgehen. Deshalb ist die Sicherheit für Mensch und Umwelt ein zentrales Thema bei der Zulassung von Pflanzenschutzmitteln. Nur Mittel, die diese Kriterien erfüllen, können eine Zulassung erhalten.

Bevor Pflanzenschutzmittel angewendet werden dürfen, unterliegen sie einem sehr strengen wissenschaftlichem Bewertungs- und Zulassungsverfahren. Pflanzenschutzmittel gehören daher heute zu den am besten untersuchten chemischen Substanzen.

Mit dem Inkrafttreten der Verordnung (EG) Nr. 1107/2009 am 14. Juni 2011 gilt für die Zulassung von Pflanzenschutzmitteln europäisches Recht. Die Verordnung über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln und zur Aufhebung der Richtlinien 79/117/EWG und 91/414/EWG vom 21. Oktober 2009 regelt die Prüfung und Zulassung von Pflanzenschutzmitteln und ihren Wirkstoffen sowie weitere Fragen wie Parallelimporte, Kontrollen und Aufzeichnungspflichten. Zentrale Punkte der neuen Regelung sind u. a. die Erhöhung des Schutzniveaus für Verbraucher, Anwender und die Umwelt, eine weitgehende Harmonisierung bei der Bewertung und Zulassung von Pflanzenschutzmitteln sowie die gegenseitige Anerkennung von Pflanzenschutzmittelzulassungen. Es gelten noch zahlreiche Übergangsregelungen.

Die nötigen Anpassungen und Ergänzungen des nationalen Rechts sind mit der Novellierung des Pflanzenschutzgesetzes vom 06.02.2012 erfolgt.

Die Wirkstoffe von Pflanzenschutzmitteln, aber auch Safener und Synergisten sowie Beistoffe werden in der EU in einem für alle Mitgliedsstaaten verbindlichen Gemeinschaftsverfahren nach der Verordnung (EG) 1107/2009 (vorher gemäß Richtlinie) bewertet. Grundsätzlich können Pflanzenschutzmittel nur dann in den Mitgliedstaaten zugelassen werden, wenn deren Wirkstoffe in einer Positivliste zulässiger Wirkstoffe aufgenommen sind (Anhang I der Richtlinie 91/414/EWG).

Mit der neuen Verordnung wurde auch das **zonale Zulassungsverfahren** eingeführt. Dazu wurde das Gebiet der EU in drei Zonen (Norden, Mitte und Süden, Abbildung 50) aufgeteilt. Antragsteller können einen Zulassungsantrag gleich für mehrere Mitgliedsstaaten einer Zone stellen. Ein Mitgliedstaat (wird vom Antragsteller vorgeschlagen), nimmt die Bewertung vor, die anderen Staaten der Zonen erteilen dann in einem vereinfachten Verfahren ebenfalls die Zulassung. Das soll insgesamt zu einer besseren Nutzung vorhandener Kapazitäten, zu einer verbesserten Verfügbarkeit von Pflanzenschutzmitteln und zum Bürokratieabbau beitragen.

Sind die Zulassungsvoraussetzungen gegeben, erteilt der bewertende Mitgliedsstaat eine Zulassung in seinem Hoheitsgebiet. Andere Mitgliedstaaten der Zone, denen nach Artikel 40 (Gegenseitige Anerkennung) ein Antrag vorgelegt wird, erteilen nach Prüfung und unter Berücksichtigung eventueller nationaler Besonderheiten eine Zulassung unter den gleichen Bedingungen wie der den Antrag prüfende Mitgliedsstaat. Unter bestimmten Voraussetzungen können Zulassungen auch über Zonen hinweg erteilt werden.

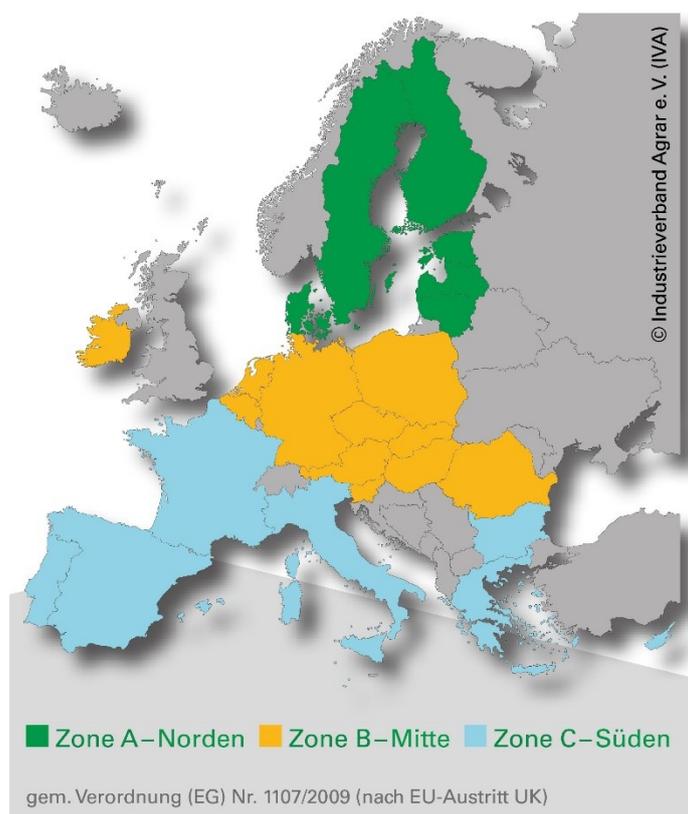


Abbildung 50: Zonen für die gemeinsame Zulassung von Pflanzenschutzmitteln in der EU (Industrieverband Agrar e.V.)

In Deutschland muss die Zulassung beim Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) beantragt werden. Zu dem Antrag gehört ein vollständiges Dossier, das jeden Punkt der umfangreichen Datenanforderungen abdeckt.

Erforderlich sind zum Beispiel Unterlagen zu den physikalischen und chemischen Eigenschaften, zur Analytik sowie für die Bereiche Wirksamkeit, Toxikologie, Rückstandsverhalten und Umweltverhalten. Die Studien müssen nach vorgegebenen Normen von zertifizierten Versuchseinrichtungen durchgeführt werden. Mit der Zulassung trifft das BVL auch eine Reihe von Maßnahmen, um Risiken zu vermindern und eine sichere Anwendung zu gewährleisten.

Im Zulassungsverfahren arbeitet das BVL mit den drei Bewertungsbehörden Julius Kühn-Institut (Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen), Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) und Um-

weltbundesamt (UBA) zusammen. Im BVL selber werden u. a. die Zusammensetzung und die chemisch-physikalischen Eigenschaften des beantragten Produkts bewertet. Wie diese Bewertungen ausgeführt werden, ist durch EU-Rechtsakte genau festgelegt. Auch die Fristen für die Prüfung eines Zulassungsantrages sind festgelegt.

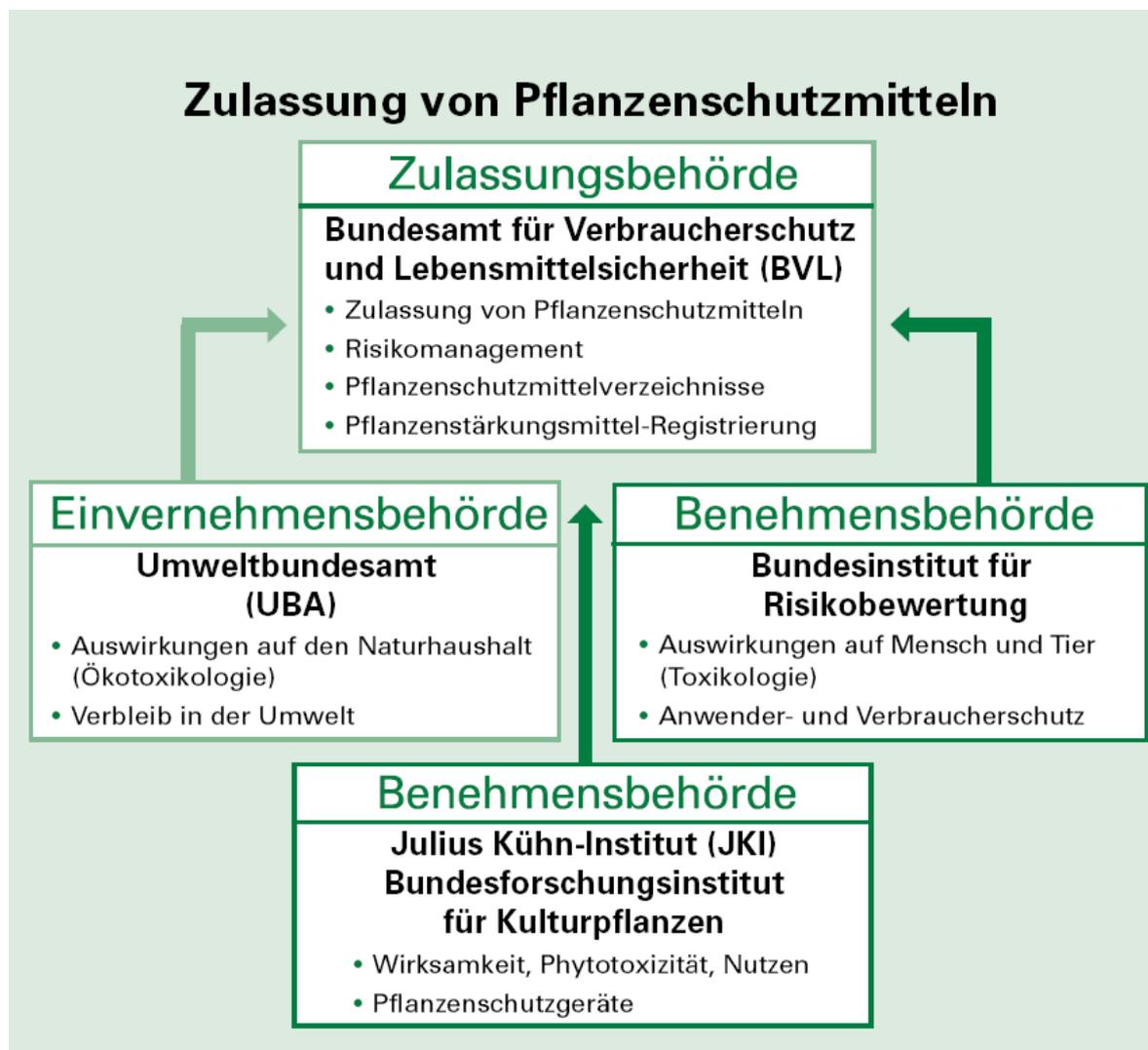


Abbildung 51: Beteiligte Behörden bei der Zulassung von Pflanzenschutzmitteln, (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)

7.2.2 Lückenindikation

Für Kleinkulturen wie z. B. Gemüse, Beerenobst und Gewürzkräuter oder für spezielle Indikationen gibt es häufig keine oder zu wenig zugelassene Pflanzenschutzmittel (sog. Indikationslücken). Um auch in diesen Fällen erforderlichenfalls den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln zu ermöglichen ohne wieder ein vollständiges Zulassungsverfahren durchlaufen zu müssen, war in § 18 des Pflanzenschutzgesetzes auch die Möglichkeit der Genehmigung vorgesehen. Demnach konnte das BVL unter bestimmten Voraussetzungen und auf Antrag die Anwendung eines zugelassenen Pflanzenschutzmittels auch in einem anderen als den mit der Zulassung festgelegten Anwendungsgebieten genehmigen.

Dieses Verfahren nach § 18 des alten Pflanzenschutzgesetzes wird nun durch Artikel 51 „**Ausweitung des Geltungsbereiches von Zulassungen auf geringfügige Verwendungen**“ der Verordnung (EG) Nr. 1107/2009 geregelt. In Absatz 1 heißt es dazu:

„Zulassungsinhaber, mit landwirtschaftlichen Tätigkeiten befasste amtliche oder wissenschaftliche Stellen, landwirtschaftliche Berufsorganisationen oder berufliche Verwender können beantragen, dass der Geltungsbereich eines in dem betreffenden Mitgliedstaat bereits zugelassenen Pflanzenschutzmittels auf geringfügige Verwendungen ausgeweitet wird, die darin noch nicht erfasst sind.“

Mit dem Ziel, beim Schließen vorhandener Bekämpfungslücken mitzuwirken, wurde 1993 der Länder-Arbeitskreis Lückenindikationen (AK-Lück) gegründet. Unter dem Vorsitz des Julius Kühn-Instituts (JKI, früher: Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft) erarbeitet der Arbeitskreis in 10 Unterarbeitskreisen für verschiedene Kulturen die Voraussetzungen für ein Genehmigungsverfahren nach § 18 PflSchG bzw. jetzt Artikel 51 VO (EG) Nr. 1107/2009.

Der AK-Lück sieht sich als „Verbindungs- und Vermittlungsgremium zwischen Berufsstand, Pflanzenschutzmittel herstellender Industrie und den an der Zulassung von Pflanzenschutzmitteln beteiligten Behörden“. Mitglieder sind die Amtsleiter der Pflanzenschutzdienste der Länder sowie die Leiter der Unterarbeitskreise.

Für den Weinbau konnten so zahlreiche Bekämpfungslücken geschlossen werden, so z. B. gegen die Schwarzfäule, die Reblaus, den Rhombenspanner, Thripse und Kräuselmilben.

Eine weitere Ausnahme von der „Zulassungsbedürftigkeit“ der Pflanzenschutzmittel hatte der Gesetzgeber in § 11, Absatz 2 des (alten) Pflanzenschutzgesetzes vorgesehen. Die sog. „Gefahr im Verzuge“ – Regelung ermächtigte das BVL, bei Vorliegen bestimmter Voraussetzungen und für einen bestimmten Zeitraum (maximal 120 Tage) den Einsatz eines für die vorgesehene Anwendung nicht zugelassenen Pflanzenschutzmittels zu genehmigen. Diese Regelung wird nun durch Artikel 53 (Notfallsituationen im Pflanzenschutz), Abs. 1 der VO (EG) Nr. 1107/2009 getroffen:

„Abweichend von Artikel 28 kann ein Mitgliedstaat unter bestimmten Umständen für eine Dauer von höchstens 120 Tagen das Inverkehrbringen eines Pflanzenschutzmittels für eine begrenzte und kontrollierte Verwendung zulassen, sofern sich eine solche Maßnahme angesichts einer anders nicht abzuwehrenden Gefahr als notwendig erweist.“

7.2.3 Kennzeichnung von Pflanzenschutzmitteln

Die Kennzeichnung von Pflanzenschutzmitteln ist in § 31 PflSchG geregelt. Danach sind Pflanzenschutzmittel nach den §§ 13 und 14 des Chemikaliengesetzes (Abschnitt Einstufung, Verpackung, Kennzeichnung) zu kennzeichnen. Darüber hinaus sind jedoch nach Anhang I der Verordnung

(EU) Nr. 547/2011 vom 8. Juni 2011 weitere Angaben auf den Behältnissen und abgabefertigen Packungen erforderlich, unter anderem:

- Handelsname oder Bezeichnung des Mittels
- Name und Anschrift des Zulassungsinhabers bzw. evtl. des Vertriebsunternehmens
- Zulassungsnummer
- Name, Art und Konzentration aller Wirkstoffe
- Sicherheitshinweise zum Schutz der Gesundheit von Mensch, Tier, Umwelt
- Art der Wirkung des Pflanzenschutzmittels (Insektizid, Fungizid, ...)
- Gebrauchsanleitung mit u. a. Verwendungsbedingungen, Aufwandmenge, Anzahl Anwendungen, Wartezeit
- usw.

In der Gebrauchsanleitung sind die von der Zulassungsbehörde festgesetzten Anwendungsgebiete und -bestimmungen unter einer entsprechenden Überschrift und deutlich getrennt von den übrigen Angaben aufzunehmen.



Abbildung 52: Kennzeichnung von in Deutschland zugelassenen Pflanzenschutzmitteln (BVL)

Gefahrstoffrechtliche Einstufung und Kennzeichnung

Seit dem 20. Januar 2009 ist das **Global Harmonisierte System (GHS)** zur weltweiten Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen in Kraft (EG-Verordnung Nr. 1272/2008). Das GHS beschreibt Gefahrenmerkmale wesentlich differenzierter als das alte System.

Statt der bisher fünfzehn Gefahrenmerkmale gibt es achtundzwanzig Gefahrenklassen, die wiederum in bis zu vier Kategorien unterteilt sein können. Neue Gefahrenklassen sind zum Beispiel „Gase unter Druck“ oder „Spezifische Zielorgan Toxizität“ (target organ systemic toxicity, TOST).

Die neue Kennzeichnung besteht aus neun Gefahrenpiktogrammen, Signalwörtern (Gefahr, Achtung), einundsiebzig Gefahrenhinweisen (H-Sätze, „Hazard statement“) und 135 Sicherheitshinweisen (P-Sätze „Precautionary statement“). Die H-Sätze ersetzen die bisherigen R-Sätze, die P-Sätze ersetzen die S-Sätze.

Die neun neuen Gefahrstoff-Piktogramme ersetzen die bisherigen zehn Gefahrensymbole, neue Symbole gibt es für komprimierte Gase und für die sog. KMR-Stoffe (Karzinogene, Mutagene, Reproduktionstoxische Stoffe, CMR). Das Andreaskreuz wird durch das „!“ ersetzt.

Speziell für Pflanzenschutzmittel gibt es noch weitere Standardsätze für besondere Gefahren und Sicherheitshinweise, die nach den Bestimmungen der Pflanzenschutzmittelverordnung vom BVL vergeben werden, sowie zahlreiche Auflagen, Hinweise und Kennzeichnungen zum Schutz von Anwendern, Gewässern, Saumstrukturen, Bienen usw.. Weitere Informationen finden sich unter <https://de.wikipedia.org/wiki/Gefahrenklasse>



GHS01: instabile, explosive Stoffe und Gemische



GHS02: entzündbare Gase, Stoffe, Aerosole, Gemische



GHS03: oxidierende Gase, Flüssigkeiten, Feststoffe



GHS04: Gase unter Druck



GHS05: ätzend; auf Metalle korrosiv wirkend



GHS06: akute Toxizität (oral, dermal, inhalativ), Gefahrenkategorie 1, 2, 3



GHS07: akute Toxizität (oral, dermal, inhalativ), Gefahrenkategorie 4



GHS08: Gesundheitsgefahr – Sensibilisierung der Atemwege, Keimzellmutagenität, Karzinogenität, Spezifische Zielorgantoxizität oder Aspirationsgefahr



GHS09: Gewässergefährdend

Abbildung 53: Piktogramme nach GHS (Amtsblatt der Europäischen Union, 2011)

7.3 Unterteilung von Pflanzenschutzmitteln

7.3.1 Pflanzenschutzmittelgruppen, geordnet nach Zielorganismen

- Herbizide: Mittel zur Bekämpfung von unerwünschten Pflanzen (Unkräuter, Gräser)
- Fungizide: Mittel zur Bekämpfung von Pilzkrankheiten
- Insektizide: Mittel zur Bekämpfung von Insekten
- Pheromone: Sexuallockstoffe zur Bekämpfung von Insekten
- Akarizide: Mittel zur Bekämpfung von Milben
- Molluskizide: Mittel zur Bekämpfung von Nacktschnecken
- Rodentizide: Mittel gegen Nagetiere

7.3.2 Pflanzenschutzmittelformulierungen

Pflanzenschutzmittel können entsprechend ihrer Zubereitungsform (Formulierung) gruppiert werden (Abbildung 54).

Bei den flüssigen Zubereitungsformen sind zu unterscheiden:

- **Emulsionen:** entstehen durch die Mischung von wasserunlöslichen Flüssigkeiten (z. B. Öl) mit Wasser, wie z. B. bei Mineralölpräparaten

- **Suspensionen:** werden gebildet durch feinste Aufschwemmungen fester Stoffe (z. B. Pulver oder Granulate) in Wasser (Bezeichnungen WG, WP)
- **Suspensionskonzentrate:** sind feste Substanzen, die in bestimmten Formulierungsstoffen bereits vorformuliert sind (Bezeichnung SC, wie z. B. bei Collis oder Cuproxat).

Auch festformulierte Pflanzenschutzmittel kommen zum Einsatz:

- **Wasserlösliche Granulate (WG)**
- **Wasserlösliche Pulver (WP)**

Bei diesen Zubereitungsformen ist ein Rührwerk erforderlich, um die Schwebefähigkeit und gleichmäßige Verteilung des Präparates in der Spritzbrühe zu erhalten.

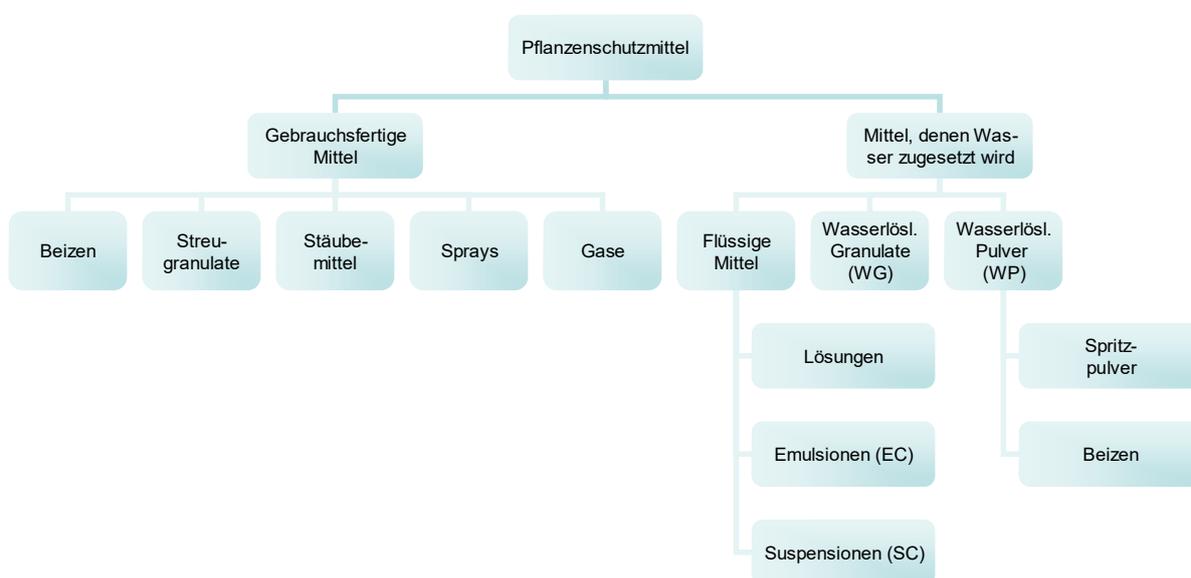


Abbildung 54: Mögliche Formulierungen von Pflanzenschutzmitteln (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)

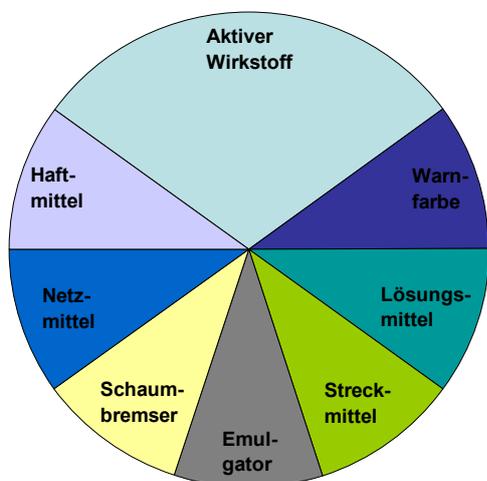


Abbildung 55: Mögliche Bestandteile eines Pflanzenschutzmittels (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)

Die bei der Formulierung eines Pflanzenschutzmittels verwendeten Zusatzstoffe sind von großer Bedeutung für dessen Mischbarkeit (Abbildung 55).

7.4 Wirkung von Pflanzenschutzmitteln

7.4.1 Allgemeines

Bezüglich der Wirkung von Pflanzenschutzmittel wird unterschieden zwischen:

- **Breitenwirkung:** mehrere Schaderreger werden von dem Mittel erfasst.
- **Selektive Wirkung (spezifische Wirkung):** Eigenschaft eines Wirkstoffes, unter verschiedenen Krankheiten, Schädlingen oder Pflanzenarten einzelne zu schädigen oder abzutöten, andere aber nicht.
- **Dauerwirkung:** Vermögen eines Pflanzenschutzmittels, über einen längeren Zeitraum wirksam zu bleiben.
- **Protektive Wirkung (prophylaktische Wirkung):** vorbeugende Wirkung; Mittelbelag muss vorhanden sein, um eine Infektion zu unterbinden.
- **Kurative Wirkung (therapeutische Wirkung):** heilende Wirkung; Befall kann noch in einem kurzen Zeitraum nach erfolgter Infektion gestoppt werden.
- **Systemische Wirkung:** Fähigkeit eines Wirkstoffes, in die behandelte Pflanze einzudringen und in der Pflanze verteilt zu werden. Man unterscheidet zwischen:
 - lokalsystemisch: Mittel besitzt Tiefenwirkung und verteilt sich im pflanzlichen Gewebe nur im näheren Bereich des Spritztropfens.
 - teilsystemisch: Transport und Verteilung erfolgt nur in den Wasserleitungen (Xylem) aufwärts.
 - vollsystemisch: Transport erfolgt auch abwärts, teilweise bis in die Wurzeln.

7.4.2 Wirkungsweise von Fungiziden

Je nach Verhalten des Wirkstoffs und dem Wirkungsort werden Fungizide unterteilt in:

- **Kontaktfungizide:** Der Wirkstoff verbleibt auf der Pflanzenoberfläche. Die Wirksamkeit der meisten Kontaktfungizide beruht auf einer Abtötung keimender Sporen. Daher müssen Kontaktfungizide vorbeugend (vor der möglichen Infektion) eingesetzt werden. Eingedrungene Krankheitserreger werden nicht mehr erfasst. Die nach der Ausbringung des Mittels zuwachsenden Pflanzenteile sind nicht geschützt.
- **Systemische Fungizide:** Da sie in das Pflanzengewebe eindringen und in mehr oder minder starkem Maße sich dort verteilen, können eingedrungene Krankheitserreger teilweise

noch erfasst werden. Der Blatt- und Triebzuwachs ist besser geschützt als bei Kontaktfungiziden.

7.4.3 Wirkungsweise von Insektiziden

Nach der Aufnahme der Insektizide durch den Schädling unterscheidet man:

- **Fraßgifte:** Mittel, die über die Mundwerkzeuge aufgenommen werden und im Verdauungstrakt wirksam werden.
- **Atemgifte:** Die Mittel neigen zum Verdampfen (hoher Dampfdruck) und werden über die Atemorgane aufgenommen und wirksam.
- **Kontaktgifte:** Mittel, die durch Berührung wirksam sind.

Meist sind die Übergänge jedoch fließend, Insektizide mit reiner Fraß-, Atem- oder Kontaktwirkung sind die Ausnahme.

Insbesondere bei der Bekämpfung des Traubenwicklers spielen auch folgende Begriffe eine wichtige Rolle:

- **Dauer- und Tiefenwirkung**
- **Tiefenwirkung (synonym mit Sofortwirkung)**
- **Dauerwirkung**
- **larvizide Wirkung**
- **ovizide Wirkung**

Die Auswahl des Insektizidtyps hängt maßgeblich vom Anwendungszeitpunkt ab.

7.4.4 Auswirkungen auf Raubmilben

Die Pflanzenschutzmittel haben eine unterschiedlich schädigende Wirkung auf Nützlinge wie z.B. Raubmilben (siehe Kapitel 6.3, 6.4). Um den Nützlichling Raubmilbe zu schonen, ist eine raubmilbenschonende Spritzfolge anzuwenden. Bezüglich der Schädigung der Population der Art *Typhlodromus pyri* (Raubmilbe) gibt es 3 Gruppen von Pflanzenschutzmitteln:

- nicht schädigend oder schonend (RM I, NN134)
- schwach schädigend (RM II, NN234)
- schädigend (RM III, NN334)

7.5 Pflanzenschutzmittel und die Umwelt

7.5.1 Mögliche Probleme beim Einsatz von Pflanzenschutzmitteln

Die Anwendung chemischer Mittel muss aus wirtschaftlichen, gesundheitlichen und ökologischen Gründen auf ein notwendiges Maß beschränkt bleiben und darf nicht zur unbedachten Routinemaßnahme werden. Mit dem Einsatz dieser Mittel können verschiedene Probleme verbunden sein:

- Resistenzbildung bei Schaderregern durch häufige Anwendung gleicher Wirkstoffe.
- Nützlinge werden möglicherweise geschädigt und die wechselseitigen Beziehungen der Lebensgemeinschaften von Organismen werden beeinträchtigt.
- Falsche Anwendung kann zu Schäden an den Kulturpflanzen führen.
- Unsachgerechter Umgang mit Pflanzenschutzmitteln kann beim Anwender zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen führen.
- Pflanzenschutzmittel beeinflussen in gewissem Umfang neben den Schadorganismen, gegen die sie gerichtet sind, den Naturhaushalt (Mensch, Tier, Pflanze, Boden, Luft und das Wasser). Während bei sachgemäßem Einsatz diese Einflüsse kalkulierbar und vertretbar sind, kann ein unsachgemäßer Einsatz schwerwiegende Folgen haben.

Unter dem Begriff der Resistenz von Schaderregern gegenüber Pflanzenschutzmitteln versteht man eine erhöhte Widerstandsfähigkeit bestimmter Rassen oder Stämme von Schadorganismen gegenüber einzelnen Pflanzenschutzmitteln, die bei der Mehrzahl der Individuen einer Population normalerweise tödlich wirken (Beispiele: Botrytis gegenüber bestimmten Botrytiziden; Kreuzkraut gegenüber bestimmten Herbiziden; Rote Spinne gegenüber bestimmten Akariziden).

Zur Resistenzbildung kommt es insbesondere bei zu häufiger Anwendung von Wirkstoffen mit spezifischem Wirkungsmechanismus, der dann von den Schadorganismen umgangen werden kann (siehe auch Kapitel 4.1.1.2). Die Resistenzen entstehen in der Regel durch Auslese unempfindlicher Individuen mit veränderten Erbanlagen oder durch Auslese von in der Natur vorhandenen Schädlingen mit erhöhter Widerstandsfähigkeit oder geringerer Empfindlichkeit. Resistenzen sind im Erbgut verankert und können daher auf die Nachkommenschaft übertragen werden.

Beim Auftreten von Resistenzerscheinungen hilft weder eine Aufwandmengenerhöhung noch eine Erhöhung der Zahl der Anwendungen, sondern nur ein Wirkstoffwechsel (Kapitel 4.1.1.2)!

7.5.2 Verbleib der Pflanzenschutzmittel

Im Boden gibt es im Wesentlichen die Möglichkeit des Abbaus der Mittel durch Mikroorganismen (Kleinlebewesen), der Bindung an Bestandteile des Bodens (Tonminerale, Humus) oder der Verlagerung (Auswaschung) des Pflanzenschutzmittels.

Der mikrobielle Abbau hat eine große Bedeutung. Man versteht darunter die Zerlegung von Wirkstoffmolekülen durch im Boden befindliche Mikroorganismen. Diese "knacken" die Moleküle, um sich die Bruchstücke als Nahrungsgrundlage zu verschaffen. Die Abbauintensität ist sehr stark von der Art des Wirkstoffmoleküls, der Zusammensetzung und Intensität des Bodenlebens und der Bodenbeschaffenheit abhängig.

In gewissem Umfang kann ein Pflanzenschutzmittel auch einem photochemischen Abbau unterliegen, indem durch Lichteinwirkung (insbesondere UV-Strahlung) das Wirkstoffmolekül gespalten wird.

Der chemische Zerfall eines Präparates wird durch die Art und Formulierung des Wirkstoffes bestimmt, aber auch durch die Zusammensetzung des Bodens oder durch den Zustand der Pflanze. So zerfallen z.B. Ester in der Regel schneller als Salze.

Die Verflüchtigung eines Präparates als Gas hängt von seinem Dampfdruck ab, der wiederum von der Temperatur beeinflusst wird. Ist der Dampfdruck hoch, verflüchtigt sich das Mittel in der Regel schnell.

Die Bindung (Sorptions) eines Pflanzenschutzmittels an Bodenbestandteile ist ein Faktor, der beispielsweise die Wirkung eines Herbizides entscheidend beeinflussen kann. Dabei wird der Wirkstoff an Ton- und Humusteilchen des Bodens gebunden. Er kann dauerhaft oder vorübergehend festgelegt (fixiert) werden.

Die Auswaschung ist die problematischste Art des "Verschwindens" eines Pflanzenschutzmittelwirkstoffs. Die Tiefe der Verlagerung eines Pflanzenschutzmittels hängt von seiner Löslichkeit, seiner Anlagerungsfähigkeit an Bodenteilchen und der Abbaugeschwindigkeit ab. Ebenfalls maßgeblich für die Einwaschungstiefe sind Temperatur, Niederschlagsmenge und -verteilung, Porenvolumen und Bindungsfähigkeit des Bodens. Pauschal kann gesagt werden, dass Pflanzenschutzmittel umso stärker eingewaschen werden:

- je löslicher sie sind,
- je langsamer ihr Abbau oder Zerfall verläuft,
- je höher und ungleichmäßiger die Niederschläge sind und
- je leichter und humusärmer der Boden ist (hohe Durchlässigkeit, geringes Sorptionsvermögen).

7.6 Anwendung von Pflanzenschutzmitteln

7.6.1 Maßnahmen zum Schutz der Umwelt und des Verbrauchers

Beim Einsatz von Pflanzenschutzmitteln sind folgende Punkte zu beachten:

- nur auf landwirtschaftlich, forstwirtschaftlich oder gärtnerisch genutzten Böden einsetzen
- nie auf Brachflächen, Ödland, Feldrainen, Böschungen oder in unmittelbarer Nähe eines Gewässers
- Wasserschutz- und Bienenschutzbestimmungen einhalten
- Eintrag von Pflanzenschutzmitteln (Abdrift, Abschwemmung) in die Kanalisation und Oberflächengewässer vermeiden
- nur in Kulturen anwenden, für die das Pflanzenschutzmittel zugelassen ist
- Wartezeiten einhalten
- maximal zulässige Zahl der Anwendungen pro Jahr nicht überschreiten
- maximale Aufwandmengen einhalten

7.6.2 Maßnahmen zur Abdriftvermeidung

Abdrift von Pflanzenschutzmittel in Wohnbereiche vermeiden

In Raumkulturen werden Wassermengen zwischen 200 und 800 l/ha mit zur Seite oder nach oben gerichteten Düsen ausgebracht. Der Gebläseluftstrom trägt die Tropfen zur Laubwand. Dabei kann ein Teil der ausgebrachten Spritzflüssigkeit durch die Laubwand hinaus geblasen und vom Wind erfasst und verdriftet werden. Schäden an Pflanzen treten nicht auf, da keine Herbizide mit Sprühgeräten ausgebracht werden.

Maßnahmen zur Vermeidung der Abdrift

- Beachtung der Windrichtung
- Unterlassen bzw. Einstellen der Applikation bei Windgeschwindigkeiten von mehr als 3 m/sec (Blätter und dünne Zweige bewegen sich)
- bei der Herbizidabbringung möglichst tiefes Führen des Spritzgestänges über der Zielfläche (50 cm)
- Wahl großtropfiger Düsen (erhebliche Minderung des Abdriftrisikos)
- Verwendung abdriftarmer Pflanzenschutzgeräte (Tunnelspritzgeräte)

- Abschirmung der Nachbarfläche sofern möglich

Mindestabstände zu Anwohnern und Umstehenden

Die Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln auf Flächen, die an Hausgärten, Spielplätze oder Wohnbereiche allgemein angrenzen, gerät häufig zum Ärger der Beteiligten. Durch unbeabsichtigtes Abdriften geringer Mengen der Behandlungsflüssigkeit fühlt sich der oft unkundige Nachbar belästigt oder gar in seiner Gesundheit bedroht. Angesichts der geringen Abdriftmengen sind, zumindest soweit es sich nicht um allergische Reaktionen handelt, gesundheitliche Beeinträchtigungen auszuschließen.

Die vorgeschriebenen Mindestabstände bei der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln zu Anwohnern und Umstehenden, Flächen, die der Allgemeinheit dienen, Grundstücken mit Wohnbebauung und privat genutzten Gärten sind:

- bei Flächenkulturen, bei der Ausrichtung von Düsen senkrecht nach unten: **2 m**
(gilt auch für die Anwendung von Herbiziden in Obstkulturen und im Weinbau)
- bei Raumkulturen, bei seitwärts gerichteten Düsen: **5 m**

7.7 Umgang mit Pflanzenschutzmitteln

7.7.1 Einkauf von Pflanzenschutzmitteln

Soweit wie möglich sollten Präparate bevorzugt werden, die mindergiftig, selektiv, nützlingsschonend und bienenungefährlich sind sowie Präparate ohne besondere Auflagen, wie z. B. Wasserschutzgebietsauflagen.

Keine übertriebene Vorratshaltung, denn:

- die Präparate behalten ihre Eigenschaften nicht auf Dauer bei,
- die Unfallrisiken im Betrieb steigen, je mehr Mittel und je mehr ältere Packungen vorhanden sind,
- unter Umständen wird zwischenzeitlich ein Anwendungsverbot für bevorratete Mittel ausgesprochen.

Nur in Deutschland zugelassene Pflanzenschutzmittel kaufen, denn:

- nur dann besteht die Gewähr, dass die Präparate hinsichtlich Anwendung und Einschränkungen richtig gekennzeichnet sind. Bei illegal eingeführten Mitteln kann das nicht der Fall sein.
- die Einfuhr nicht zugelassener Mittel aus dem Ausland – auch die Mitnahme über die Grenze mit dem Privat-PKW – ist verboten.

Nur unbeschädigte Originalpackungen kaufen.

Einkauf durch Sachkundige:

Nur Personen mit Sachkunde, von denen Einsicht und Verständnis für die mit Pflanzenschutzmitteln verbundenen Risiken erwartet werden kann, sollten Pflanzenschutzmittel einkaufen.

Hinweis: Ab dem 25. November 2015 dürfen Pflanzenschutzmittel für berufliche Anwender ausschließlich an Inhaber des neuen Sachkundenachweises (im Scheckkartenformat) verkauft werden.

Keine Selbstbedienung beim Kauf von Pflanzenschutzmitteln:

Pflanzenschutzmittel dürfen im Einzelhandel nicht durch Automaten oder durch andere Formen der Selbstbedienung in den Verkehr gebracht werden.

7.7.2 Aufbewahrung von Pflanzenschutzmitteln

- kein Zugang für unbefugte Personen, Kinder und Tiere
- Mittel in Originalpackungen belassen
- angebrochene Packungen dicht verschließen
- Pflanzenschutzmittellager oder Schrank, in dem sich Pflanzenschutzmittel befinden, abschließen
- kühl, frostfrei und trocken lagern
- getrennt von Lebens- und Futtermitteln sowie brennbaren Stoffen und Düngemitteln lagern
- Herbizide wegen Verwechslungsgefahr getrennt von sonstigen Pflanzenschutzmitteln aufbewahren

7.7.3 Abverkaufs- und Aufbrauchfristen

Die Zulassung von Pflanzenschutzmitteln ist zeitlich begrenzt. Bei den Abverkaufs- und Aufbrauchfristen haben sich durch die Verordnung (EG) Nr. 1107/2009 Neuerungen ergeben (Artikel 46), die in § 12, Abs. PflSchG berücksichtigt sind.

- Abverkaufsfrist für (bestehende) Lagerbeständen: maximal 6 Monate
- Aufbrauchfrist: maximal 12 zusätzliche Monate

Insgesamt beträgt die Frist also 18 Monate. Diese Frist gilt nicht für Mittel, deren Zulassung aus Gründen des Gesundheits- oder Umweltschutzes aufgehoben oder nicht erneuert wurde (auch § 15, PflSchG).

7.7.4 Beseitigung von Pflanzenschutzmittelresten und -behältnissen

Reste von Pflanzenschutzmitteln

Da es sich bei Pflanzenschutzmitteln um Gefahrstoffe handelt, ist die Abfallbeseitigung problematisch. In eine Sondermüllbeseitigungsanlage gehören alle unbrauchbar gewordenen Präparate und Präparatreste sowie alle Präparate, die aufgrund unleserlicher Beschriftung nicht mehr eindeutig identifizierbar sind.

Kontaktadresse:

Süd-Müll GmbH + Co. KG
für Abfalltransporte und Sonderabfallbeseitigung
Postfach 2028
67210 Frankenthal

Tel.: 06233/7701-0

Auch Kreis- und Stadtverwaltungen nehmen unter bestimmten Voraussetzungen (kleinere Mengen) Pflanzenschutzmittelreste als Sonderabfall zur Entsorgung an. Die jeweiligen Bedingungen sind bei den örtlichen Stellen zu erfragen.

Eine Alternative ist das PRE-System. Zu bestimmten Terminen werden an bestimmten Sammelstellen in erster Linie Pflanzenschutzmittelreste, aber auch sonstige, üblicherweise in der Landwirtschaft anfallende Chemikalien, z. B. Reinigungsmittel, Öle, Dünger, gebeiztes Saatgut, Beizen, Farben und außerdem auch Spritzgerätefilter, Spritzendüsen usw. zurückgenommen und danach sicher entsorgt.

Das **PRE-System** ist eine Initiative des Industrieverbands Agrar e. V. (IVA) und dem Verband der Hersteller von Pflanzenschutz- und Düngemitteln in Deutschland und besteht seit dem Jahr 2013. Aktuelle Termine und Sammelstellen finden sich auf der zugehörigen Homepage: <http://pre-service.de/home.html>

Pflanzenschutzmittelbehältnisse

Bei Verpackungen sind Materialien aus Papier, Karton, Kunststoff, Metall und Glas üblich. Die Behälter flüssiger Pflanzenschutzmittel müssen vollständig geleert und gründlich gespült werden. Das Spülwasser ist der Spritzflüssigkeit zuzugeben. Die leeren und gespülten Behälter sowie weitere Verpackungen sollen nicht unkontrolliert beseitigt werden.

Gemäß der Verpackungsverordnung (Verordnung (EG) Nr. 1272/2008) ist der Handel verpflichtet, die Verpackungen unentgeltlich zurückzunehmen.

Eine gut etablierte Möglichkeit ist die Entsorgung von Pflanzenschutzmittelverpackungen über das Rücknahmesystem **PAMIRA** (<https://www.pamira.de/>). PAMIRA steht dabei für Packmittel

Rücknahme Agrar und wurde von der deutschen Pflanzenschutz-Industrie zusammen mit dem Agrargroßhandel entwickelt. Landwirte und Winzer sammeln ihre Pflanzenschutzmittelverpackungen und geben sie zu festgelegten Terminen an einer der bundesweit rund 300 Sammelstellen, die bei Händlern eingerichtet werden, ab. Die Verpackungen müssen für eine Abgabe das PAMIRA-Zeichen tragen, leer, gespült und trocken sein. Zusätzlich müssen sie nach Material getrennt sortiert sein und Deckel sind separat anzuliefern. Die Materialien werden im Anschluss in Recyclingbetrieben zu Kunststoffendprodukten weiterverarbeitet.

Ansonsten sind die gereinigten Behältnisse (Kanister, Folienbeutel und -säcke, usw.) zum Hausmüll zu geben. Papier- und Kartonverpackungen sind restlos zu entleeren und dann ebenfalls mit dem Hausmüll zu entsorgen. Das Verbrennen von leeren Verpackungen ist nicht erlaubt.

Reste von Spritzflüssigkeit

Vor dem Ansetzen der letzten Behälterfüllung ist die noch benötigte Spritzflüssigkeitsmenge möglichst genau zu ermitteln. Sollte trotzdem Spritzflüssigkeit übrig geblieben sein, ist diese zu verdünnen und in einer schon behandelten Anlage auf der Laubwand zu verteilen. Spritzflüssigkeiten dürfen keinesfalls auf Ödland, Feldraine, Feldwege, in Gewässer oder in die Kanalisation entleert werden.

7.7.5 Gerätereinigung

Innenreinigung

Nach Abschluss der Applikation erfolgt zuerst die Innenreinigung des praktisch leeren Gerätes. Dabei wird die technische Restmenge (= verbleibende Flüssigkeit am Behälterboden, in der Pumpe und in den Leitungen) mit der zehnfachen Wassermenge verdünnt. Beim Einfüllen des Wassers mittels Schlauch kann dabei die Behälterinnenwand abgespritzt werden. Die Spülflüssigkeit wird anschließend in einer Rebanlage auf die Laubfläche verteilt. Dieser Vorgang ist zu wiederholen. Wahlweise kann im Weinbau die Reinigungsflüssigkeit der zweiten Spülung im Behälter bis zur nächsten Behandlung verbleiben und dann zusammen mit Frischwasser zum Anrühren der Behandlungsflüssigkeit verwendet werden. Zunehmend werden von den Geräteherstellern Reinigungsdüsen angeboten, die im Spritzbehälter angebracht werden und beim Umpumpen und Reinigen der Schläuche und der Pumpe gleichzeitig die Behälterinnenwand abspritzen.

Außenreinigung

Die Außenreinigung eines Pflanzenschutzgeräts muss gemäß der guten fachlichen Praxis im Pflanzenschutz auf der Anwendungsfläche oder einem speziellen Reinigungsplatz für Pflanzenschutzgeräte erfolgen. Bei einer Reinigung auf der Anwendungsfläche wird in den Behälter Frischwasser gefüllt und an die Seitenabsperrentile ein Schlauch mit einer Reinigungsbürste angeschlossen.

Im Weinberg kann der Behälter damit von außen gereinigt werden. Die verschmutzte Reinigungsflüssigkeit darf dabei nicht auf eine befestigte Fläche oder in einen Graben gelangen. Bei Regen besteht ansonsten die Gefahr einer Abschwemmung in offene Gewässer. Nicht gereinigte Geräte dürfen nicht ohne Überdachung im Freien abgestellt werden.

8 Anwenderschutz

Seit März 2018 werden bei der Zulassung von Pflanzenschutzmitteln bestimmte Vorschriften zum Gesundheitsschutz von Anwendern, Arbeitern und unbeteiligten Dritten (Anwohner, Umstehende und Verbraucher) als Anwendungsbestimmungen festgesetzt. Die Regelung wird auf neue Zulassungsbescheide angewendet, bestehende Zulassungen sind davon nicht berührt. Durch die Änderung von Kennzeichnungsaufgaben bei früheren Zulassungen zu Anwendungsbestimmungen hat sich der rechtliche Status geändert. Die Missachtung der Vorschriften stellt nun eine Ordnungswidrigkeit dar und kann mit einem Bußgeld geahndet werden. Die neuen Anwendungsbestimmungen beziehen sich auf den Schutz von Arbeitern bei Nachfolgearbeiten.

8.1 Maßnahmen zum Schutz des Anwenders

Zum sachgerechten Pflanzenschutz gehört, unnötige Risiken für den Anwender zu vermeiden. Das heißt, auch sich selbst zu schützen, denn der unsachgemäße Umgang mit Pflanzenschutzmitteln kann beim Anwender zu gesundheitlichen Schäden führen. Deshalb haben Behörden, Berufsgenossenschaften und Industrie gemeinsam ein Anwenderschutzkonzept entwickelt, das Schutzmaßnahmen dort empfiehlt, wo sie wirklich erforderlich sind.

Aus eigenem Interesse ist dem Anwender anzuraten, die vorgeschriebenen Anwenderschutzmaßnahmen einzuhalten, denn schädigende Wirkstoffe können durch Verschlucken, Einatmen und Hautkontakt in den Körper gelangen. Eine akute Vergiftung ist eine Vergiftung auf Grund einmaliger Aufnahme einer größeren Giftmenge. Eine chronische Vergiftung ist eine Vergiftung auf Grund der Aufnahme geringer Giftmengen über einen längeren Zeitraum. Dies macht sich oft erst nach Jahren bemerkbar (schleichende Vergiftung).

Die Beachtung der folgenden Punkte trägt dazu bei, die Gefahren für den Anwender und seine Mitarbeiter so gering wie möglich zu halten:

- Kinder, schwangere Frauen, stillende Mütter oder Personen mit Verletzungen (offenen Wunden) dürfen Pflanzenschutzmittel nicht anwenden. Auszubildende sind zu beaufsichtigen.
- Während des Umganges mit Pflanzenschutzmitteln nicht essen, trinken oder rauchen. Die Einnahme von Nahrungs- und Genussmitteln ist erst nach Ablegen der Schutzkleidung und sorgfältiger Körperreinigung gestattet. Vor, während und unmittelbar nach der Arbeit keinen Alkohol trinken.
- Bei der Durchführung von Pflanzenschutzmaßnahmen ist der Gefährdungsbereich von unbefugten Personen und Haustieren freizuhalten.

- Die Durchführung der Arbeiten sollte möglichst in den frühen Morgenstunden oder gegen Abend erfolgen. Bei Hitze und Schwüle besteht erhöhte Vergiftungsgefahr.
- Köder (z.B. zur Bekämpfung von Mäusen) dürfen nur so ausgelegt werden, dass sie für Kinder und Tiere nicht erreichbar sind.
- Zum Abmessen der Pflanzenschutzmittel sind Messgeräte zu verwenden, die nur für diesen Zweck bestimmt sind. Die notwendige Waage oder der Messzylinder sind entsprechend zu kennzeichnen und zusammen mit den Pflanzenschutzmitteln aufzubewahren.
- Zum Anteigen der Spritzbrühe sind solche Geräte zu verwenden, die einen Hautkontakt vermeiden lassen.
- Um das Einatmen von Dämpfen oder Stäuben zu vermeiden, ist beim Abwiegen und Anteigen ein zugelassener Schutz der Atmungsorgane (Mundschutz, Halbmaske/Vollmaske mit Filter) zu tragen. Die Staubentwicklung sollte möglichst gering gehalten werden. Dazu dient die Verwendung von Granulaten anstelle pulverförmiger Mittel, der Einsatz pulverförmiger Mittel in wasserlöslichen Folienbeuteln sowie das Vorhandensein einer Einspülvorrichtung am Spritzgerät.
- Möglichst im Freien arbeiten; in geschlossenen Räumen für gute Durchlüftung oder Absaugung sorgen.
- Spritzer auf der Haut sofort mit Wasser abwaschen; mit Pflanzenschutzmitteln durchnässte Arbeitskleidung sofort wechseln.
- Zugelassene Schutzkleidung tragen! Schutzkleidung muss allen Arbeitskräften, die mit Pflanzenschutzmitteln umgehen, zur Verfügung gestellt werden. Die für den Betrieb verantwortliche Person hat darauf zu achten, dass die Schutzkleidung getragen wird.

8.1.1 Arbeitskleidung

Beim Umgang mit Pflanzenschutzmitteln ist immer intakte Berufs- oder Arbeitskleidung zu tragen. Diese besteht aus einer langen Hose und einer langärmeligen Jacke oder einem langärmeligen Arbeitsanzug. Das Material sollte aus Baumwolle und Polyester mit einem Polyesteranteil von mindestens 65% bestehen ($\geq 245 \text{ g/m}^2$). Alternativ kann Arbeitskleidung der DIN EN ISO 27065 C1 und C2 verwendet werden (siehe unten).

8.1.2 Spezifische Schutzkleidung Pflanzenschutz

Falls in der Gebrauchsanleitung eines Pflanzenschutzmittels weitergehende Auflagen hinsichtlich spezifischer Schutzkleidung aufgeführt sind, muss diese eine der folgenden Normen entsprechen:

- **EN ISO 27065 Schutzkleidung**

C1 Arbeitskleidung bis 245 g/m², nicht imprägniert, für Nachfolgearbeiten und zur Ausbringung von (verdünnten) Pflanzenschutzmittellösungen geeignet

C2 Arbeitskleidung 180 g/m², imprägniert, für Nachfolgearbeiten und zur Ausbringung von (verdünnten) Pflanzenschutzmittellösungen geeignet

C3 Schutzkleidung geeignet bei (verdünnten) Pflanzenschutzmittellösungen und bei konzentrierten Pflanzenschutzmitteln (Anmischen)



Abbildung 56: Kennzeichnung nach ISO 27065 (BVL, 2019)

- **DIN 32781 „Schutzkleidung –Schutzanzüge gegen Pflanzenschutzmittel“**

Dies ist eine auslaufende Norm. Sie wird ersetzt durch die Norm EN ISO 27065. Die Schutzkleidung der DIN 32781 entspricht der En ISO 27065 C3.



Abbildung 57: Schutzkleidung Pflanzenschutz (BVL, 2019)

- **EN 14605 - Schutzkleidung gegen flüssige Chemikalien** –Leistungsanforderungen an Chemikalienschutzanzüge mit flüssigkeitsdichten (Typ 3) oder spraydichten (Typ 4) Verbindungen zwischen den Teilen der Kleidung

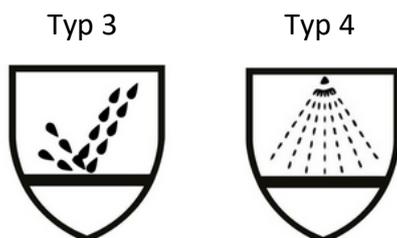


Abbildung 58: Kennzeichnung nach EN 14605

8.1.3 Ärmelschürze

Alternativ zum Schutzanzug kann eine Ärmelschürze plus Arbeitskleidung bei Tätigkeiten eingesetzt werden, bei der nur die vordere Körperseite dem Pflanzenschutzmittel ausgesetzt ist, z.B. beim Ansetzen der Spritzflüssigkeit oder beim Verlassen der Fahrerkabine während einer Anwendung. Es gelten die gleichen Materialanforderungen und Zertifizierungen wie für Schutzanzüge gegen Pflanzenschutzmittel.

Eine Übersicht von Schutzkleidung kann unter folgendem Link eingesehen werden:

https://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Downloads/04_Pflanzenschutzmittel/BVL-PSA-Datensammlung.pdf?__blob=publicationFile&v=15

8.1.4 Schutzhandschuhe

Schutzhandschuhe sollen undurchlässig für Wasser, Mineralöl und organische Lösungsmittel sein und aus kunststoffbeschichtetem Gewebe mit dichten (verschweißten) Nähten oder nahtlos aus Kunststoff bestehen. Zertifizierten Schutzhandschuhe decken je nach Schutzstufe unterschiedliche Anforderungen ab.

Die Handschuhe dürfen keine Risse, Löcher oder poröse Stellen haben. Nach dem Gebrauch sollten sie gründlich abgewaschen und das Wasser der Spritzflüssigkeit hinzugefügt werden. Untersuchungen haben ergeben, dass die Wirkstoffaufnahme über die Hände, insbesondere beim Ansetzen der Brühe, den größten Anteil an einer Wirkstoffbelastung des Körpers hat. Für Nachfolgearbeiten können Textilhandschuhe mit einer Teil-Beschichtung auf Handfläche und Fingerkuppen oder Einmal-Handschuhe mit dem Erlenmeyerkolben-Symbol verwendet werden.

Die Sicherheitsnorm **ISO 18889** beschreibt drei Sicherheitsstufen für Schutzhandschuhe für Pflanzenschutzanwender.

G2: geeignet für den Umgang mit konzentrierten und verdünnten Pflanzenschutzmitteln, Länge 290 mm, Schutz gegen mechanische Risiken (EN 388)

Alternative: EN 374-1 Typ A

G1: geeignet für den Umgang mit verdünnten Pflanzenschutzmitteln, nicht gegen mechanische Risiken getestet

Alternative: EN 374-1 Typ B

GR: geeignet für Nachfolgetätigkeiten in behandelten Kulturen, kein Chemikalienschutz auf dem Handrücken

Alternative: EN 374-1 Typ C



Abbildung 59: Piktogramme nach ISO 18889 (Erlenmeyerkolben mit Blatt - Schutz gegen Pflanzenschutzmittel), (BVL, Quelle SVLFG)

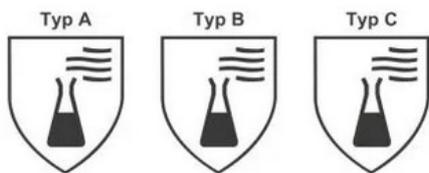


Abbildung 60: Piktogramme nach EN 374-1 (Erlenmeyerkolben – Schutz gegen chemische Risiken), (BVL 2020)



Abbildung 61: Piktogramm nach EN 388 (Hammersymbol – Schutz gegen mechanische Risiken), (BVL, 2020)

8.1.5 Fußschutz

Wird beim Umgang mit Pflanzenschutzmitteln **festes Schuhwerk** vorgeschrieben, muss dieses mindestens die Anforderungen der **Kennzeichnungskategorie S2** der EN 20345 (Persönliche Schutzausrüstung – Sicherheitsschuhe) erfüllen. Schuhe der Kategorie S müssen Grundanforderungen hinsichtlich geschlossenem Fersenbereich, antistatischen Eigenschaften, Energieaufnahmevermögen im Fersenbereich, Kraftstoffbeständigkeit, Wasserdurchtritt und Wasseraufnahme erfüllen.

Wird beim Umgang mit Pflanzenschutzmitteln das Tragen von **Gummistiefeln** vorgeschrieben, müssen diese den Anforderungen der Schuhformklasse II (Vollgummischuhe oder Gesamtpolymerische Schuhe) und der Höhe D (z.B. bei Schuhgröße 37/38 Mindesthöhe 260 mm, ab Schuhgröße 43/44 Mindesthöhe 290 mm) gemäß EN 20345 Persönliche Schutzausrüstung – Sicherheitsschuhe zu genügen. **Geeignete Gummistiefel sind mit der Kennzeichnungskategorie S4 oder S5 gekennzeichnet.**

8.1.6 Schutzbrille

Die Augen sind gegen eine Kontamination durch konzentrierte Pflanzenschutzmittel und Spritzbrühen zu schützen. Eine Vollsichtschutzbrille mit seitlich geschlossenem Rand bietet einen ausreichenden Schutz gegen Stäube, Spritz- und Sprühtropfen. Eine gute Schutzbrille schränkt den Blickwinkel nicht ein, beschlägt nicht - auch bei längerem Tragen- und kann über der normalen Korrekturbrille getragen werden. Übliche Korrektur- oder Sonnenbrillen bieten keinen ausreichenden Schutz.

8.1.7 Atemschutz

Der zu verwendende Atemschutz wird mit der Zulassung des Pflanzenschutzmittels festgelegt. In der Praxis gibt es kaum noch ein Präparat, das mit Maske ausgebracht werden muss.

Es werden Halbmasken, Vollmasken, Atemschutzhelme und Schlepperkabinen mit Filtereinrichtungen zum Schutz der Atemwege eingesetzt. Es gibt verschiedene Normen, die die Anforderungen an Atemschutzgeräte und Filter regeln.

Partikelfilter gibt es in den Leistungsklassen P1, P2 und P3 mit der Kennfarbe weiß. Sie schützen gegen Partikel. Unterschiedliche Partikel wie Stäube, Rauch, Spray, Nebel, feste und flüssige Partikel und andere werden je nach Klasse herausgefiltert. Bei Verwendung von Pflanzenschutzmitteln ist bei vorgeschriebener Verwendung eines Filters mindestens P2 zu verwenden.

Bei Gasfiltern gibt es die Klassen A1, A2, und A3 mit der Kennfarbe braun. Sie schützen gegen organische Gase und Dämpfe mit Siedepunkt $>65^{\circ}\text{C}$. Es gibt auch Kombinationsfilter, die Partikel und Gase und Dämpfe filtern können.

Masken

Filterierende Halbmasken bestehen zum größten Teil aus dem Filtermaterial selbst und filtern Partikel heraus.

Halbmasken mit Filter schützen nur die Atmungsorgane, Augen und Gesichtshaut sind nicht geschützt. Die Filter können je nach Anforderung gewählt und getauscht werden.

Vollmasken schützen neben den Atmungsorganen auch die Augen und die Gesichtshaut. Auch hier sind die Filter wähl- und austauschbar.

Atemschutzhelme werden über die Filtereinheit mittels eines Ventilators ständig mit Frischluft versorgt, wodurch ein leichter Überdruck entsteht, der einerseits die Atmung erleichtert (kein Atemwiderstand) und andererseits verhindert, dass schadstoffbelastete Umgebungsluft in den Helm eindringen kann. Die Stromversorgung wird über die Schlepper-Elektrik oder wieder aufladbare Akkus gewährleistet. Besonders geeignet sind Atemschutzhelme für Bartträger und für längere Einsatzzeiten.



Abbildung 62: filtrierende Halbmaske, Halbmaske (ohne Filter) und Atemschutzhelm (DLR Rheinpalz, Inst. f. Phyt.)

Beim Einsatz von Masken ist darauf zu achten, dass sie dicht sitzen. Das kann durch Gesichtsbehaarung beeinträchtigt sein. Vor dem Einsatz sind die Masken auf Beschädigungen zu kontrollieren. Spätestens sobald der Atemwiderstand größer wird oder die Wahrnehmung von Fremdgeruch oder – Geschmack oder Reizerscheinungen, muss der Filter gewechselt werden. Gas- und Kombinationsfilter sollten spätestens 6 Monate nach dem Öffnen der Verpackung gewechselt werden, bei verpackten Filtern gelten die Haltbarkeitsdaten.

Tabelle 14: möglicher Ersatz persönlicher Schutzausrüstung (PSA) durch Fahrerkabinen (BVL, 2020)

Kabinentyp	ersetzbare PSA			
	Schutzanzug	Schutzhandschuhe	Augen-/ Gesichtsschutz	Atemschutz
Kategorie 1	-	-	-	-
Kategorie 2*				-
Kategorie 3				*)
Kategorie 4				

*) Kabinen der Kategorien 3 liefern keinen ausreichenden Schutz gegen gasförmige Schadstoffe

Die Masken (ohne Filter) werden nach dem Gebrauch mit handwarmen Wasser und einem Reinigungsmittel gesäubert und dann kühl und staubgeschützt aufbewahrt. Die Filter werden am besten kühl und trocken gelagert.

Die für den Anwender angenehmste Lösung ist eine dichte **Schlepperkabine** mit filtrierender Belüftungseinrichtung. Die Filtereinsätze werden heute als Sonderausstattung von allen Kabinenherstellern angeboten. Je nach Belastung ist ein Filter rasch gesättigt. Demgemäß kann ein Filterwechsel schon nach kurzer Einsatzdauer notwendig werden. Bei gesättigten Filtern sind die Schadstoffgehalte in der Kabinenluft höher als in der Außenluft.

8.2 Schutz von Arbeitern bei Nachfolgearbeiten

Die durch Sprüh- oder Spritzanwendung behandelten Flächen dürfen erst nach Abtrocknung des Pflanzenschutzmittelbelages wieder betreten werden. Falls die Risikobewertung ein besonderes Risiko auch nach dem Abtrocknen feststellt, können besondere Anwendungsbestimmungen mit folgenden SF-Auflagen (**Safety Following**) festgesetzt werden:

- **Art der Schutzausrüstung:** Lange Arbeitskleidung und festes Schuhwerk (SF 275- und 277-Auflagen); Schutzhandschuhe können hinzukommen (SF 276- und 278-Auflagen)
- **Zeitraum nach dem Abtrocknen, in dem die Schutzausrüstung zu tragen ist:**
2 / 4 / 7 / 14 / 21 / 28 Tage (z.B. SF 276-4) oder bis unmittelbar vor Ernte (SF 275-**VE**) oder bis einschließlich Ernte (z.B. SF 276-**EE**)
- **Kulturgruppen, für die die Schutzausrüstung gilt** - z. B. Weinbau (**WE**), Gemüse (**GE**), Obstbaumkulturen (**OS**) und Ackerbaukulturen (**AC**), Beispiel SF 276-4**WE**
- **Unter Umständen die Begrenzung der täglichen Arbeitszeit auf 2 Stunden:** SF 277- und 278-Auflagen

Es gelten zudem die bisherigen SF-Auflagen. Alle Auflagen sind zu finden unter:

https://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Downloads/04_Pflanzenschutzmittel/PSM_Kodexliste.pdf?__blob=publicationFile&v=5

8.3 Verhalten bei Vergiftungsunfällen

Wenn sich bei der Arbeit Kopfschmerzen, Schweißausbruch, Übelkeit oder andere auffällige Gesundheitsstörungen bemerkbar machen, muss die Arbeit umgehend beendet werden. Der Arzt muss sofort benachrichtigt oder aufgesucht werden. Bei schweren Vergiftungen ist der Rettungswagen zu rufen, um den Vergifteten so schnell wie möglich in ein Krankenhaus zu bringen. Zusätzlich müssen Erste-Hilfe-Maßnahmen ergriffen werden:

- Bis zum Eintreffen des Arztes bzw. Rettungswagens ist es wichtig, den Vergifteten sofort im Freien oder in einem gut belüfteten Raum in stabile Seitenlage zu bringen.
- Dem Arzt die Pflanzenschutzmittelpackung und Gebrauchsanweisung vorlegen!
- Zu viel Bewegung oder Anstrengung vermeiden.
- Bei Bewusstlosen Atemweg freimachen (Kopf in den Nacken - überstrecken).
- Beengende oder mit Mittel behaftete Kleidung entfernen.
- Gesicht und Haut mit Wasser und Seife reinigen.
- Augen mit fließendem Wasser spülen.
- Den Vergifteten warm halten.

Niemals bei Vergiftungsunfällen Milch, Eiweißprodukte, Rizinusöl oder Alkohol geben! Keine Hausmittel anwenden!

Bei Vergiftungen von Haustieren sofort den Tierarzt rufen! Futterreste, Kot und die Packung des Präparates, das die Vergiftung vermutlich ausgelöst hat, aufbewahren und vorzeigen.

Bei Verdacht auf Vergiftung beraten folgende Informations- und Behandlungszentren:

MAINZ

Universitätsklinikum Mainz
Beratungsstelle bei Vergiftungen für
Rheinland-Pfalz und Hessen
Langenbeckstr. 1
55131 Mainz

Telefon: 06131/19240 oder 232466

HOMBURG

Universitätsklinikum
Klinik für Kinder- und Jugendmedizin
Informations- und Beratungszentrum für Vergiftungsfälle
Oskar-Orth-Straße 6 – Gebäude 9
66421 Homburg/Saar

Telefon: 06841 / 19240

Die Adressen und Telefonnummern sollten so aufbewahrt werden, dass sie jederzeit zugänglich sind.

9 Pflanzenschutz-Technik

9.1 Gesetzliche Bestimmungen für Pflanzenschutzgeräte

Die gesetzlichen Bestimmungen für Pflanzenschutzgeräte sind in den § 16 und §§ 52 bis 53 des Pflanzenschutzgesetzes in der Neufassung vom 06. Februar 2012 geregelt.

§ 16 Gebrauch von Pflanzenschutzgeräten

(1) Wird ein Pflanzenschutzmittel mit Hilfe eines Pflanzenschutzgerätes angewandt, darf dieses Gerät nur so beschaffen sein, dass bei seiner bestimmungsgemäßen und sachgerechten Verwendung die Anwendung des Pflanzenschutzmittels keine schädlichen Auswirkungen auf die Gesundheit von Mensch und Tier und auf das Grundwasser sowie keine sonstigen nicht vertretbaren Auswirkungen, insbesondere auf den Naturhaushalt, hat, die nach dem Stande der Technik vermeidbar sind.

(2) Bei Geräten, die mit einer CE-Kennzeichnung nach der Richtlinie 2006/42/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Mai 2006 über Maschinen und zur Änderung der Richtlinie 95/16/EG (Neufassung) (ABl. L 157 vom 9.6.2006, S. 24), die zuletzt durch die Richtlinie 2009/127/EG (ABl. L 310 vom 25.11.2009, S. 29) geändert worden ist, versehen sind oder bei Geräten, die am 14. Dezember 2011 in die Pflanzenschutzgeräteliste des Julius Kühn-Institutes eingetragen sind, wird vermutet, dass die Voraussetzungen nach Absatz 1 erfüllt sind. Die zuständige Behörde kann die Verwendung eines Pflanzenschutzgerätes untersagen, wenn eine Prüfung des Gerätes ergibt, dass die in Absatz 1 genannten Voraussetzungen nicht erfüllt sind.

(3) Werden mit der Zulassung eines Pflanzenschutzmittels besondere Anforderungen für die zu verwendenden Pflanzenschutzgeräte festgelegt, darf die Anwendung nur mit Pflanzenschutzgeräten erfolgen, bei denen eine Prüfung durch das Julius Kühn-Institut oder eine anerkannte Prüfstelle nach § 52 ergeben hat, dass diese Anforderungen erfüllt sind.

(4) Das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft wird ermächtigt, durch Rechtsverordnung mit Zustimmung des Bundesrates, soweit es zur Erfüllung des in § 1 genannten Zweckes erforderlich ist,

1. Verfügungsberechtigte und Besitzer zu verpflichten, im Gebrauch befindliche Pflanzenschutzgeräte prüfen zu lassen,
2. die Verwendung von Pflanzenschutzgeräten zu verbieten, die nicht nach Nummer 1 geprüft sind,
3. das Verfahren der Prüfung von im Gebrauch befindlichen Pflanzenschutzgeräten zu regeln.

In einer Rechtsverordnung nach Satz 1 Nummer 3 kann auch bestimmt werden, dass Teile des zu prüfenden Pflanzenschutzgerätes, die dem Anwenderschutz oder der Verkehrssicherheit dienen, in die Prüfung einzubeziehen sind.

(5) Die Landesregierungen werden ermächtigt, soweit es zur Erfüllung des in § 1 genannten Zweckes erforderlich ist, Rechtsverordnungen nach Absatz 4 Satz 1 Nummer 1 und 3, auch in Verbindung mit Satz 2 zu erlassen, soweit das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft von seiner Befugnis keinen Gebrauch macht. Dabei können sie auch bestimmen, dass die Prüfung durch eine amtlich anerkannte Kontrollwerkstatt oder sonstige Kontrollperson vorzunehmen ist sowie die Anforderung an die Anerkennung, den Verlust der Anerkennung und das Verfahren zur Anerkennung der Kontrollwerkstätten regeln. Die Landesregierungen können durch Rechtsverordnung diese Befugnis auf oberste Landesbehörden übertragen und dabei bestimmen, dass diese ihre Befugnis durch Rechtsverordnung auf nachgeordnete oder ihrer Aufsicht unterstehende Behörden weiter übertragen können.

§ 52 Prüfung

(1) Das Julius Kühn-Institut kann auf Antrag des Herstellers oder Inverkehrbringers Pflanzenschutzgeräte daraufhin prüfen, ob sie den Anforderungen nach § 16 entsprechen oder ob sie bestimmte über die allgemeinen Anforderungen nach § 16 hinausgehende Eigenschaften haben, insbesondere hinsichtlich der Verminderung der Abdrift oder des Verbrauches an Pflanzenschutzmitteln.

(2) Das Julius Kühn-Institut führt eine beschreibende Liste der geprüften Gerätetypen und der besonderen Anforderungen, die sie erfüllen, und macht die Liste im Bundesanzeiger oder im elektronischen Bundesanzeiger bekannt.

(3) Eine Prüfung auf besondere Anforderungen kann auch durch eine andere Prüfstelle durchgeführt werden, wenn die Prüfstelle über die geeigneten Einrichtungen für eine solche Prüfung und sachkundiges Personal verfügt und vom Julius Kühn-Institut anerkannt ist.

(4) Das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft wird ermächtigt, durch Rechtsverordnung ohne Zustimmung des Bundesrates, das Verfahren der freiwilligen Prüfung von Pflanzenschutzgeräten nach Absatz 1 sowie die Anerkennung von Prüfstellen nach Absatz 3 zu regeln.

§ 53

Erfüllt das Pflanzenschutzgerät besondere Anforderungen im Sinne des § 52 Absatz 1, ist der Hersteller oder Inverkehrbringer verpflichtet, in der Betriebsanleitung, ergänzend zu den durch die auf § 8 des Produktsicherheitsgesetzes vom 8. November 2011 (BGBl. I S. 2178) beruhenden Verordnung über das Inverkehrbringen von Maschinen geforderten Angaben, auf diese Anforderungen und die jeweils einzuhaltenden Betriebsbedingungen hinzuweisen.

9.2 Grundlagen der Applikationstechnik

9.2.1 Zielfläche

Mit dem Triebwachstum während des Sommers vergrößert sich die mit Spritzbrühe zu benetzende Oberfläche der Rebe, die man auch als Zielfläche bezeichnet. Die auszubringende Flüssigkeits- und Wirkstoffmenge wird von folgenden Faktoren bestimmt:

- Gassenbreite und Stockabstand (Stockzahl/ha)
- Erziehungsart (unterschiedliche Triebzahlen und -längen)
- Intensität der Laubarbeiten (Laubschnitt, Entblätterungsarbeiten)
- Rebsorte (Blattzahl und Blattgröße)

Hieraus wird verständlich, warum die optimale Brühe- und Wirkstoffmenge keine konstante Größe, sondern in Abhängigkeit von den oben angeführten Einflussfaktoren zu betrachten ist.

9.2.2 Verfahren zur Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln

Je nach Form des Pflanzenschutzmittels werden verschiedene Ausbringungsverfahren angewandt:

Streuen	Stäuben	Spritzen	Sprühen	Nebeln
---------	---------	----------	---------	--------

Die Ausbringung der Pflanzenschutzmittel im Weinbau erfolgt im Spritz- oder Sprühverfahren, da derzeit keine Streu- oder Stäubemittel mehr zugelassen sind. Auch das Nebeln ist nur in Unterglas-Kulturen üblich. Als Trägermedium dient Wasser, in das die Mittel eingerührt werden. Bei der Ausbringung muss die zerstäubte Spritzbrühe an die Rebteile angelagert werden. Daneben gibt es noch Sonderformen der Ausbringung wie z. B. das Aushängen von Dispensern (Konfusionsmethode gegen Traubenwickler).

Spritzverfahren

Beim Spritzen werden die Tropfen durch hohen Druck stark beschleunigt. Es wird ohne Trägerluftstrom gearbeitet. Die kinetische Energie (Bewegungsenergie) der Spritztröpfchen muss so groß sein, dass die abbremsende Wirkung des Luftwiderstands überwunden wird. Das Spritzverfahren wird im Direktzug bei Gestängespritzgeräten und im Steilhang bei der Schlauchspritzung verwendet. Bei der Schlauchspritzung werden mit Hilfe so genannter Spritzpistolen große Tropfen erzeugt, um eine Entfernung von 1-4 m zu den Rebstöcken zu überwinden. Durch den damit verbundenen hohen Brüheaufwand ergeben sich als Hauptnachteil des Verfahrens entsprechend hohe Abtropfverluste.

Das Spritzverfahren findet außerdem bei der Unkrautbekämpfung Verwendung, da hierbei die geringe Abdriftgefahr der großen Tropfen positiv zu bewerten ist.

Sprühverfahren

Beim Sprühen werden die erzeugten Tropfen von einem Luftstrom zur Zielfläche getragen. Sie können daher wesentlich kleiner bleiben, wodurch der Brüheaufwand pro Flächeneinheit sinkt. Durch die höhere Schwebefähigkeit steigt allerdings die Gefahr der Abdrift, der man durch möglichst exakt geführte Luftströmungen entgegenzuwirken versucht. Um die Abdrift zu minimieren, werden heute zunehmend auch Düsen verwendet, die ein größeres Tropfenspektrum erzeugen.

9.2.3 Arten der Tropfenbildung

Hydraulische Zerstäubung:

Durch eine Pumpe wird Flüssigkeit vor einer Düse unter Druck gesetzt. Durch die vom Pumpendruck erzeugte hohe Austrittsgeschwindigkeit und die dabei im Mündungsbereich der Düse entstehenden Turbulenzen zerfällt der Flüssigkeitsstrahl in viele kleine Tröpfchen. Bei vielen Düsen wird die Tröpfchenbildung und -verwirbelung durch einen der Düsenöffnung vorgelagerten Drallkörper unterstützt. Die Tropfengröße hängt vom Durchmesser und der Gestaltung der Düsenöffnung, dem Drallkörper und dem Flüssigkeitsdruck (entscheidend für Austrittsgeschwindigkeit) ab. Dieser Form der Tropfenerzeugung begegnen wir bei den meisten Spritz- und Sprühgeräten und bei der Schlauchspritzung.

Pneumatische Zerstäubung:

Bei Rückensprühgeräten und älteren selbstfahrenden Sprühgeräten wird die Spritzbrühe durch einen extrem schnellen Luftstrom in Einzeltröpfchen zerrissen. Im Vergleich zur hydraulischen Tropfenerzeugung ist die Größe der Tröpfchen weniger einheitlich und es werden außerdem sehr viele kleine abdriftgefährdete Tropfen mit einem Durchmesser deutlich unter 100 µm erzeugt. Zudem ist die Austrittsmenge nur ungenau regulierbar. Geräte mit pneumatischer Zerstäubung können daher bei der Gerätekontrolle die Anforderungen an die Genauigkeit und Reproduzierbarkeit der Ausbringmenge nicht erfüllen und dürfen deshalb nicht mehr eingesetzt werden (siehe 9.5 Pflanzenschutzgerätekontrolle). Auch lassen sich solche Geräte nicht mit abdriftarmen Düsen kombinieren, um als verlustmindernde Geräte anerkannt zu werden.

Rotationszerstäubung:

Zur Ausbringung von unverdünnten oder stark konzentrierten Pflanzenschutzmitteln können so genannte Rotationszerstäuber eingesetzt werden. Die Tropfen werden mittels einer schnell rotierenden Scheibe, an deren gezähntem Rand die Flüssigkeit zerrissen wird, erzeugt. Der Tropfentransport der extrem feinen Tropfen erfolgt meist in einem Trägerluftstrom. Im Weinbau können Herbizide (unverdünnt oder stark konzentriert) mit diesen Zerstäubern ausgebracht werden.

Jedoch erfolgt hier die Ausbringung ohne Trägerluft und die feinen Tropfen müssen gut gegen Abdrift abgeschirmt werden.

9.2.4 Bedeutung der Tropfengröße

Der Durchmesser der Spritztröpfchen ist von großer Bedeutung. Grundsätzlich lässt sich feststellen, dass die Brühmenge, die man für die vollständige Benetzung einer Oberfläche braucht umso geringer ist, je kleiner die Tröpfchen sind. So erbringt eine Halbierung des Tropfendurchmessers die achtfache Tropfenzahl. Die damit abdeckbare Fläche vergrößert sich deutlich. Daher arbeiten Sprühverfahren mit relativ geringen Tropfengrößen, die zudem den Vorteil haben, dass sie einen gleichmäßigeren Belag ergeben.

Auch für die Schwebefähigkeit und daraus resultierend das Abdriftverhalten, sowie für Abtropfverluste ist die Tropfengröße von entscheidender Bedeutung. Tabelle 15 zeigt die Abhängigkeit dieser Parameter von der Tropfengröße sowie die Abhängigkeit der Tropfengröße vom Ausbringungsverfahren.

Kleinere Tropfen haben jedoch, vor allem im Zusammenhang mit Trägerluft und der Luftrichtung, den gravierenden Nachteil, dass sie stark abdriftgefährdet sind. Deshalb werden zunehmend abdriftarme Antidrift- oder Injektordüsen eingesetzt, die ein größeres Tropfenspektrum erzeugen (300 – 400 μm). Mit einer Vielzahl von Versuchen konnte belegt werden, dass auch die größeren Tropfen – entgegen den theoretischen Vorgaben - bei guter Anlagerung eine gute Wirksamkeit zeigen.

Tabelle 15: Bedeutung der Tropfengröße bei der Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)

Ausbringverfahren	Nebeln ¹⁾	Sprühen	Spritzen	Spritzen mit Schlauchleitung
Tropfengröße in μm ²⁾	1-15	10-400	100-400	400-600
Abdrift	sehr stark	stark	mittel	schwach
Trägerluftstrom	ja	ja	nein	nein
Abtropfen	nein	schwach	schwach - mittel	stark

¹⁾ nur in Unterglas-Kulturen üblich

²⁾ $1\mu\text{m} = 1 \text{ Mikrometer} = 1/1000\text{mm}$

9.3 Technik von Pflanzenschutzgeräten

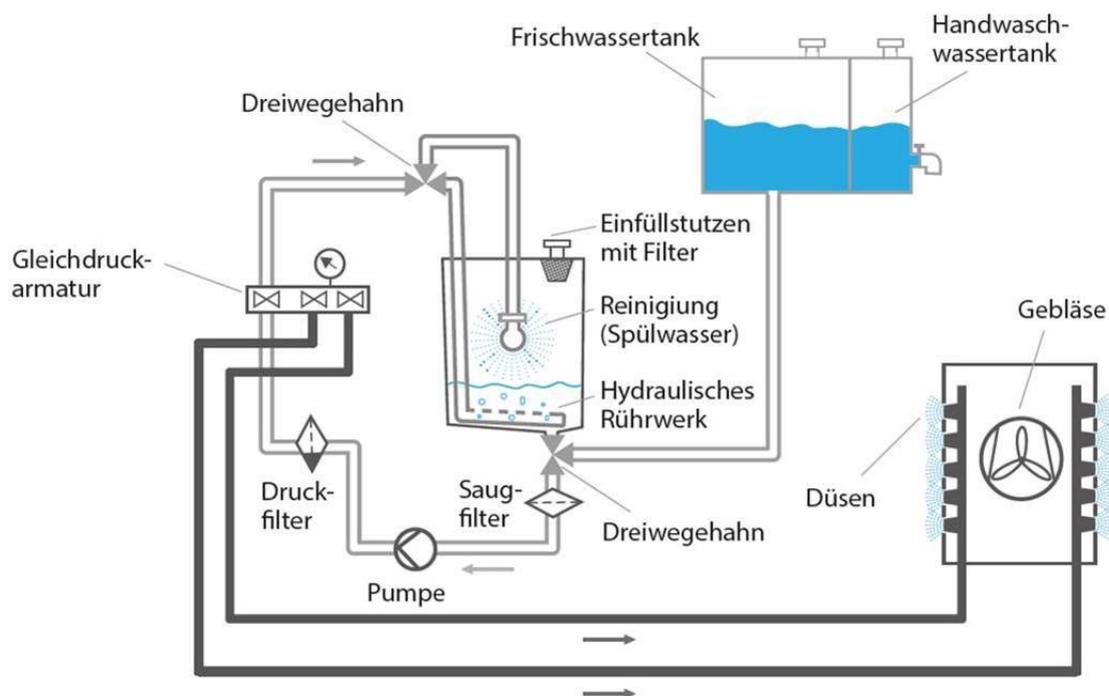


Abbildung 63: Schematischer Aufbau eines Sprühgerätes (KTBL)

9.3.1 Gebläsebauarten

Kriterien für die Leistung eines Gebläses sind die Luftfördermenge (m^3/h) sowie die Luftaustrittsgeschwindigkeit (m/s). Die

Abbildung 64 gibt einen Überblick über die Bau- und Funktionsweisen der einzelnen Gebläsebauarten.

Axialgebläse

Sie fördern die Luft in axialer Richtung in der Art eines Propellers. Durch Luftleitbleche wird der Luftstrom auf der Ausgangsseite rechtwinkelig oder schräg zur Laubwand abgelenkt. Gebräuchlich sind heute Axialgebläse mit $20.000\text{-}35.000 \text{ m}^3/\text{h}$ Luftfördermenge und $20\text{-}40 \text{ m}/\text{s}$ Luftaustrittsgeschwindigkeit.

Bei Axialgebläsen mit einem Propeller weist die Luftströmung auf einer Seite einen Drall nach unten, auf der anderen Seite einen Drall nach oben auf (Drehrichtung des Propellers). Die Hersteller versuchen diesen störenden Effekt durch geschickte Anordnung von Leitblechen zu verringern. Auch bei Doppelaxialgebläsen (mit 2 gegenläufigen Propellern) kann der Drall nahezu verhindert werden.

Umkehraxialgebläse

Eine Sonderbauform mit verbesserten strömungstechnischen Eigenschaften stellen die Umkehraxialgebläse dar. Die Luft wird von vorn angesaugt und schräg nach hinten ausgestoßen. Gegenüber normalen Axialgebläsen ergibt sich eine bessere Anlagerung der Brühe, verminderte Abdrift zum Schlepper und damit eine verringerte Kontamination des Fahrers.

Bei modernen Umkehraxialgebläsen kann der Anströmungswinkel des Luftstroms verändert und damit der Gassenbreite angepasst werden (enge Zeilen: mit spitzem Winkel schräg nach hinten; breite Zeilen: annähernd rechtwinkelige Anströmung).

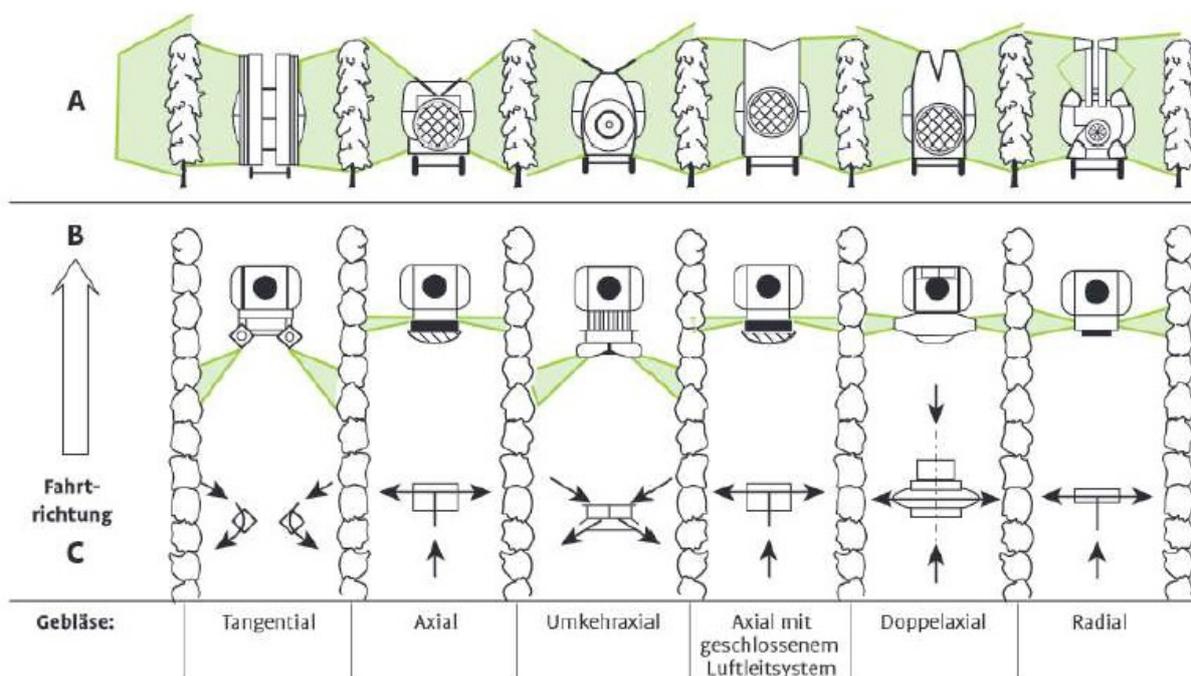


Abbildung 64: Aufbau und Funktion verschiedener Gebläsebauarten (Müller 2019; Neuzeichnung Ulmer-Verlag)

Tangentialgebläse

Hierbei wird der Luftstrom von zwei senkrecht stehenden walzenförmigen mit Lamellen bestückten Lüfterrädern erzeugt. Der Vorteil dieser Geräte besteht in dem exakt parallel zum Erdboden ausgerichteten Luftstrom, der gegenüber Radialgebläsen zu geringerer Abdrift führt. Außerdem kann der Anströmungswinkel des Luftstroms verändert und damit der Gassenbreite angepasst werden. Die Leistungsdaten liegen zwischen denen der Axialgebläsen und Radialgebläsen.

Radialgebläse

Diese Gebläse fördern die Luft über Schaufelräder von innen nach außen (in radialer Richtung), von wo sie über Luftkanäle weitergeleitet wird. Sie weisen eine vergleichsweise geringe Luftfördermenge (bis 18.000 m³/h), aber eine hohe Luftaustrittsgeschwindigkeit (50-100 m/s) auf. Sie

werden sowohl in Geräten mit pneumatischer Zerstäubung (z. B. Rückensprühgeräte) als auch mit hydraulischer Zerstäubung eingesetzt.

9.3.2 Pumpen

Die Kenndaten einer Pumpe sind:

- der maximale Förderstrom (L/min) und
- der maximale Druck (bar)

Für die am meisten verbreitete hydraulische Zerstäubung werden je nach Verwendungsbereich der Pumpe (Sprüh- oder Spritzverfahren) Drücke von 20 bar (bis maximal 60 bar) benötigt. Dabei sollte bei steigendem Druck der Förderstrom annähernd konstant bleiben. Diese Anforderungen werden nur von Pumpenbauarten erfüllt, die dem Typ der Verdrängerpumpe entsprechen. Hin-gegen wird bei der pneumatischen Zerstäubung nur ein sehr geringer Pumpendruck benötigt, der im Wesentlichen dazu dient, die Brühe bis zur Zerstäubungsvorrichtung zu fördern.

Kolbenpumpen

Bei Kolbenpumpen erfolgt eine taktweise Förderung und Druckerhöhung der Flüssigkeit. Je geringer die Kolbenzahl (üblich sind heute Zwei- oder Dreikolbenpumpen), desto größer sind die Druck- und Förderschwankungen. Um diese auszugleichen, verfügen Kolbenpumpen über einen Druckausgleichsbehälter. Bei neueren Pumpen erfüllt diese Funktion eine aufblasbare Gummimembran (Fülldruck 2-5 bar). Das schwingende Luftpolster dämpft die stoßweise Förderung.

Membran- und Kolbenmembranpumpen

Bei Membranpumpen ist der Pumpkolben durch eine Gummi- oder Kunststoffmembran ersetzt. Durch Hin- und Herbewegen der Membran wird Unterdruck zum Saugen bzw. Überdruck zum Fördern erzeugt. Membranpumpen sind aufgrund ihrer Bauart robust, erzeugen jedoch nur einen Druck von maximal ca. 20 bar. Um die Vorteile von Membranpumpen (unempfindlicher gegen aggressive Flüssigkeiten, preiswerter, kaum trockenlaufempfindlich) mit denen von Kolbenpumpen (hohe Drücke, konstanter Volumenstrom) zu kombinieren, entwickelte man Kolbenmembranpumpen. Hier wird die Membran durch einen Kolben abgestützt, so dass Drücke von ca. 40 bar erreicht werden. Ist die Membran porös, muss sie ausgetauscht werden. Im Fall einer Rissbildung gelangt Spritzflüssigkeit ins Getriebe und kann schwere Schäden hervorrufen. Auch bei Membran- und Kolbenmembranpumpen werden Druckausgleichsbehälter zum Ausgleich der Druckschwankungen benötigt.

Kreiselpumpen

Bei Geräten mit pneumatischer Zerstäubung können auch Kreiselpumpen eingesetzt werden. Diese kleinen, leichten und wesentlich billigeren Pumpen können nur einen geringen Druck aufbauen (ca. 2-10 bar), der jedoch bei pneumatischer Zerstäubung völlig ausreicht.

9.3.3 Brühebehälter und deren Befüllung

Brühebehälter bestehen heute meist aus Kunststoff (Polyäthylen oder glasfaserverstärktem Kunststoff). Die Vorzüge liegen in der hohen Widerstandsfähigkeit gegen aggressive Stoffe, der leichten Reinigung, dem geringen Gewicht und der Durchsichtigkeit des Materials.

Außerdem müssen an die Behälter folgende Forderungen gestellt werden:

- Sie sollen eine große Einfüllöffnung mit einem Einfüllsieb aufweisen und eine Vertiefung am Boden, an der sich der Ablauf befindet. Eine vollständige Entleerung muss auch in nicht waagrechter Lage möglich sein.
- Die Behälter müssen Volumenmarkierungen aufweisen.
- Im Idealfall ist eine Einspülvorrichtung (wirksame Anwenderschutzmaßnahme speziell bei Spritzpulvern) vorhanden.
- Es muss ein leistungsfähiges Rührwerk (hydraulisch oder mechanisch) vorhanden sein, um Absetzvorgänge in der Spritzbrühe zu vermeiden.

Beim Befüllen der Brühebehälter ist dafür Sorge zu tragen, dass keine Spritzbrühe in Gewässer, in die Kanalisation oder in das Wasserversorgungsnetz gelangt. Deshalb ist beim Befüllen aus der Wasserleitung unbedingt darauf zu achten, dass bei einem Unterdruck im Wassernetz keine Flüssigkeit aus dem Spritzbehälter zurückgesaugt wird. Dies kann durch Montage einer so genannten Rohrtrenneinrichtung, die wandseitig vor dem Wasserhahn installiert wird, sichergestellt werden. In jedem Fall ist der Füllvorgang zu beaufsichtigen.

9.3.4 Filter

Je nach Typ und Verwendungszweck verfügen Pflanzenschutzgeräte über mehrere Filter, die vom Einfüllsieb bis zu den Düsen zunehmend feinere Maschen aufweisen.

Das Einfüllsieb in der Einfüllöffnung des Brühebehälters hat die Aufgabe, grobe Teile bei der Herstellung der Spritzbrühe zurückzuhalten.

Zwischen Brühebehälter und Pumpe ist ein Saugfilter angeordnet, um Grobteile (wie z. B. im Behälter abgeplatze Spritzmittelkrusten) von der Pumpe fernzuhalten.

In modernen Geräten sind entweder zwischen der Pumpe und der Einstellarmatur oder zwischen der Einstellarmatur und den Düsen Feinfilter eingebaut, die als Druckfilter bezeichnet werden.

Sie sind sehr robust, da sie dem von der Pumpe aufgebauten Druck ausgesetzt sind. Druckfilter sollten mit einem Spülventil ausgestattet sein, das eine schnelle Reinigung ermöglicht. In den Düsenkörpern finden sich die so genannten Düsenfilter, die Düsenverstopfungen vermeiden sollen. Ihre Maschenweite muss daher kleiner sein als der Durchmesser der Düsenbohrung.

9.3.5 Einstellarmaturen (Druckarmaturen)

Die Einstellarmatur eines Sprühgeräts hat folgende Aufgaben:

- Einstellung und Überwachung des Spritzdrucks (Manometer)
- Öffnen oder Verschließen der Druckleitungen zu den Düsen (ein- oder beidseitig)
- Rückführung der überschüssigen Brühe über den Rücklauf (oft gleichzeitig hydraulisches Rührwerk)

Die Einstellarmaturen sollten gut erreichbar und möglichst im ständigen Sichtbereich des Fahrers liegen. Für die ordnungsgemäße Bedienung der Armaturen ist die Bedienungsanleitung der Gerätehersteller zu beachten.

9.3.6 Düsen

Je nach Einsatzgebiet werden im Pflanzenschutz unterschiedliche Düsenbauarten eingesetzt.

Dralldüsen oder **Rundstrahldüsen** werden in Druckbereichen von 3-60 bar eingesetzt. Sie finden Verwendung bei Weinbausprühgeräten mit hydraulischer Zerstäubung (Druckbereich ca. 5-15 bar) sowie bei der Schlauchspritzung (Druckbereich ca. 30-60 bar). In Verbindung mit dem höheren Druck und durch den Einbau eines Drallkörpers kommt es zu einer feineren Zerstäubung und stärkeren Verwirbelung der Tropfen, was die geschlossene und gleichmäßige Ausbildung eines dünnen Spritzbelags begünstigt. Je nach Gestaltung des Drallkörpers hat das Spritzbild Vollkegel- oder Hohlkegelform (Abbildung 65). Im Weinbau gelangen nur Hohlkegeldüsen zum Einsatz.



Abbildung 65: Spritzbild Hohlkegeldüse (Lechler, 2022)

Flachstrahldüsen wurden bisher im Weinbau vorwiegend im Niederdruckbereich zur Herbizidausbringung eingesetzt. Für Rebschutzmaßnahmen wurden sie lediglich in Spritzgestängen oder in Tunnelspritzgeräten verwendet. Zunehmend finden sie aber auch Einsatz in Sprühgeräten wie dem Tangentialgebläse. Das Spritzbild ist fächerförmig. Man unterscheidet im Wesentlichen zwischen symmetrischen und asymmetrischen Flachstrahldüsen (= OC-Düsen = Off Center Düsen). OC-Düsen sind besonders für die Unterzeilenstreifenbehandlung geeignet (Abbildung 66).

Bei der Herbizidausbringung sollten abdriftarme Antidriftdüsen oder Injektordüsen verwendet werden, die große Tropfen mit wenig Abdrift produzieren.

Mehrere Flachstrahldüsen werden in einem Winkel von ca. $7^\circ - 10^\circ$ versetzt angeordnet, so dass sich die einzelnen Sprühstrahlen überlappen (Abbildung 67 links).

Rundstrahldüsen werden im Düsenverband so eingestellt, dass sich eine geringe Überlappung ergibt (Abbildung 67 rechts).

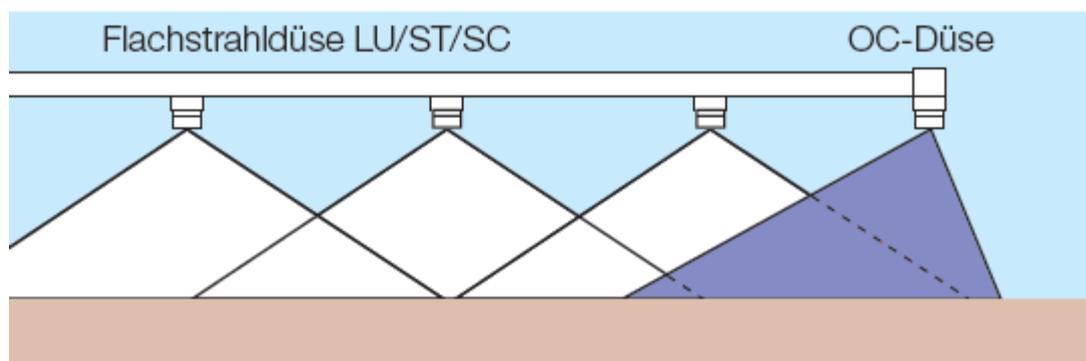


Abbildung 66: symmetrische Flachstrahldüsen (links), asymmetrische Flachstrahldüse (OC-Düse, rechts) (Lechler, 2022)

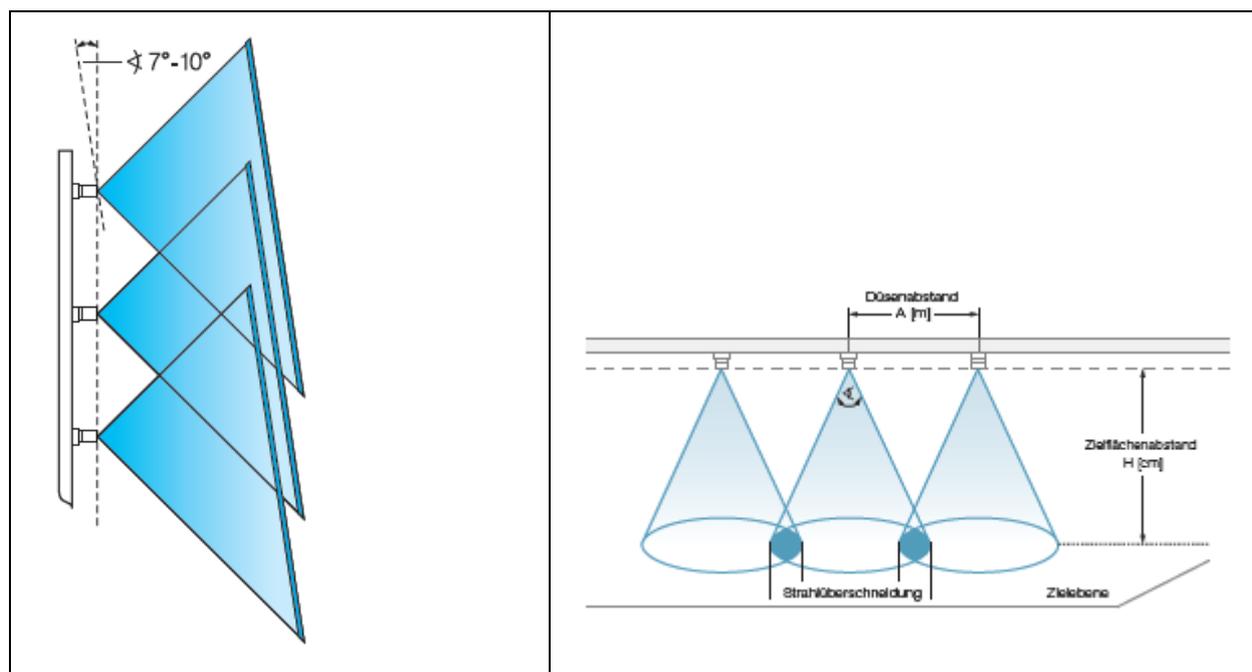


Abbildung 67: Düsenverband Flachstrahldüsen (links), Düsenverband Hohlkegel-(Rundstrahl-)düsen (rechts), (Lechler, 2022)

Die Flüssigkeitsausstoßmenge einer Düse wird durch die Größe der Düsenbohrung und den Spritzdruck bestimmt. Je höher der Druck und je größer die Düsenbohrung umso größer ist der Flüssigkeitsausstoß. Mit zunehmendem Druck verringert sich jedoch auch die Tropfengröße. Die Tropfengröße wird aber auch durch den Durchmesser der Düsenbohrung bestimmt – bei größerer Bohrung werden gröbere Tropfen erzeugt.

Eine Besonderheit stellen die **Injektordüsen** dar. Bei dieser Düsenart wird durch Bohrungen im Seitenteil der Düse Luft in den Flüssigkeitsstrom in der Düse angesaugt (Venturi-Prinzip).

Die den Flüssigkeitsausstoß bestimmende Bohrung sitzt hier beim Düseninnenteil (Injektor). Die Auslassöffnung ist nun wesentlich größer, was zwangsläufig zu einem starken Druckabfall innerhalb der Düse führt. Zusammen mit der größeren Auslassöffnung werden deutlich größere Tropfen erzeugt. Die Vermischung mit Luft innerhalb des Injektors führt zudem zu einem „Aufschäumen“ der Brühe und dadurch zu weniger Abdriftgefährdeten Feintropfen, was vor allem bei der Herbizidausbringung, aber auch bei verlustmindernden Pflanzenschutzmaßnahmen vorteilhaft ist.

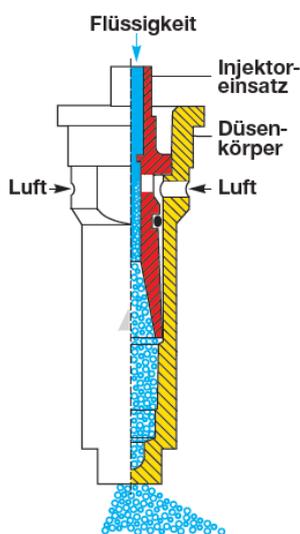


Abbildung 68: Schrägstrahl-Injektordüse (Lechler, 2020)

Ähnlich aufgebaut sind die abdriftarmen **Antidriftdüsen**. Sie besitzen keinen Injektor, haben aber ebenfalls zwei unterschiedliche Bohrungen – eine kleine, die die Ausstoßmenge bestimmt, und eine größere, an der die Tropfen erzeugt werden. Durch den fehlenden Injektor können diese Düsen deutlich kürzer gebaut werden. Die meisten der angebotenen Injektordüsen und Antidriftdüsen sind als Flachstrahldüsen ausgebildet.

Düsenkennzeichnung

Die Düsengröße und damit die Höhe der Ausstoßmenge werden über farbcodierte Düsenmundstücke und/oder codierte Kennzeichnung angegeben. Jede Farbe entspricht einem definierten Ausstoß. Leider verwenden nicht alle Hersteller die gleiche ISO-Norm Farbcodierung. Um Verwechslungen und daraus resultierende Anwendungsfehler zu vermeiden, ist es deshalb wichtig, die zur jeweiligen Düse passende Düsentabelle des Herstellers zu verwenden.

Düsenverschleiß

Bei den Materialien der Düsenmundstücke (Düsenplättchen) ergibt sich hinsichtlich der Verschleißfestigkeit folgende Rangfolge:

Keramik ⇒ Edelstahl ⇒ Kunststoff ⇒ Messing

Kunststoff- und Messingdüsen sind am wenigstens verschleißfest und sollten lediglich im Niederdruckbereich (z.B. Herbizidausbringung) verwendet werden.

Ausschlaggebend für den Düsenverschleiß ist:

- die physikalische und chemische Aggressivität der eingesetzten Spritzmittel (feste oder flüssige Formulierung)
- der Spritzdruck
- die Einsatzdauer
- das Material der Düse.

Mit zunehmendem Verschleiß wird der Durchmesser der Düsenöffnung größer. Dadurch steigt der Brüheaussstoß, und das Tropfenspektrum verändert sich. Wenn der tatsächliche Brüheaussstoß (feststellbar bei der Geräteprüfung) bei einem bestimmten Druck den angegebenen Brüheaussstoß laut Tabelle um mehr als ca. 15 % überschreitet oder wenn der Ausstoß der einzelnen Düsen sich um mehr als 15 % voneinander unterscheidet, sollten die Düsenmundstücke ausgewechselt werden.

Düsen mit **Rückschlagventilen** oder **Tropfstoppventile** unterbinden das Nachtropfen nach dem Abschalten des Flüssigkeitsstroms zu den Düsen und verhindern so eine ungewollte Belastung der Umwelt.

9.3.7 Verlustmindernde Geräte

Eine neue Generation von Pflanzschutzgeräten für den Weinbau findet seit einigen Jahren zunehmende Verbreitung in der Praxis. Mit den so genannten **Recyclinggeräten** ist es möglich, einen hohen Anteil der Spritzbrühe, die sich nicht an der Laubwand anlagert, sondern die Laubwand passiert, wieder aufzufangen und in den Brühebehälter zurückzuführen.

Grundsätzlich werden dabei drei Bauformen und Verfahren unterschieden:

- **Tunnelspritzverfahren:** Ausbringung ohne Trägerluftstrom, Auffangen nicht angelagerter Spritzbrühe durch Tunnelwände
- **Kollektorverfahren:** Ausbringung mit Trägerluftstrom, Herausfiltern nicht angelagerter Spritzbrühe am Tropfenabscheider (Kollektor)
- **Reflektorverfahren:** Ausbringung mit Trägerluftstrom, Umlenkung des Luftstroms auf der Zeilenrückseite und Auffangen nicht angelagerter Spritzbrühe

Bei allen Bauarten ist die Rückgewinnungsrate umso höher, je kleiner die Blattfläche ist. Insbesondere bei Bekämpfungsmaßnahmen vor der Blüte lassen sich bis zu ca. 60 % der Brühe wieder auffangen; mit zunehmend dichterem Belaubung geht dieser Wert auf ca. 10-20 % zurück.

Das Tunnelspritzgerät hat den Vorteil, dass zwei Reihen mit einer Fahrt von beiden Seiten behandelt werden, während bei den gebläseunterstützten Bauarten die Laubwände nur von der Fahrgassenseite angeströmt werden. Mit allen Geräten lassen sich durch die deutliche Verringerung der effektiv ausgebrachten Brühemengen erhebliche Kosten einsparen und Umweltbelastungen verringern, ohne dass es zu einem Abfall der biologischen Wirksamkeit kommt. Nachteilig sind insbesondere die großen Abmessungen und die teilweise starken seitlichen Schwankungen der Geräte zu werten, die zu Beschädigungen der Unterstützungsrichtung und des Geräts führen können. Breite Vorgewende und ebene Fahrbahnen sind daher unabdingbare Voraussetzungen für einen erfolgreichen Einsatz, der auch mit zunehmender Hangneigung schwieriger wird.

Das so genannte **Sensorgerät** tastet mit einem Lichtstrahl die Rebzeile ab, erkennt Lücken in der Laubwand und schließt über Magnetventile die entsprechenden Düsen, so dass nur dort Brüheausschuss erfolgt, wo tatsächlich eine Zielfläche vorhanden ist. Vorteilhaft ist der Einsatz besonders in Junganlagen oder in frühen Entwicklungsstadien bei noch nicht geschlossener Laubwand.

9.4 Sachgerechte Einstellung und Handhabung von Sprühgeräten

Eine sachgerechte Geräteeinstellung ist die wichtigste Grundlage, um die Benetzung der Reben mit Pflanzenschutzmitteln zu verbessern und somit die Wirkung der Rebschutzmaßnahmen zu optimieren. Gleichzeitig werden die Umweltbelastungen durch Abdrift und Bodenkontamination vermindert. Die exakte und dem Zielobjekt angepasste Einstellung von Weinbausprühgeräten hat sich einerseits an der bauartspezifischen Luftstromgeometrie des jeweiligen Gebläsetyps und andererseits an den anbausystemspezifischen Eigenschaften der Kultur zu orientieren. Dabei sind auch die infolge der immer häufiger durchgeführten Laubwandkorrekturen (Entblätterung) veränderten Anforderungen an die Vertikalverteilung zu berücksichtigen.

Die Grundeinstellung der Luftleitsysteme ist im Wesentlichen von der Gebläsebauart abhängig. Sie sollte sicherstellen, dass der Gebläseluftstrom nicht über die Bestandesgrenzen (oben und unten) geleitet wird. Da sich der moderne Weinbau durch sehr einheitliche Laubwandabmessungen auszeichnet, sind Veränderungen an dieser Einstellung, auch während des Vegetationsverlaufes, in der Regel nicht erforderlich. Bei extremen Seitenhang und Terrassenanlagen ist die Einstellung der Luftleitbleche und die Ausrichtung der Düsen entsprechend anzupassen. Bei abdriftmindernden Verfahren sind die Verwendungsbestimmungen des Verzeichnisses Verlustmindernde Geräte einzuhalten.

In der Grundeinstellung soll die Düsenausstattung eine möglichst gleichmäßige Vertikalverteilung über die gesamte Laubwandhöhe sicherstellen. Soll eine von der Grundeinstellung abweichende

Vertikalverteilung erreicht werden, sind an bestimmten Positionen andere Düsengrößen zu verwenden. Die Anpassung der Aufwandmenge an das Laubwandwachstum erfolgt ausschließlich durch Zuschalten weiterer Düsenpaare im Verlauf der Vegetationsperiode.

9.4.1 Standard Axialgebläse

Ausrichten der Luftleitbleche

Das Ausrichten der Luftleitbleche ist bei dieser Gebläsebauart erforderlich, um die Auswirkungen des asymmetrischen Luftstromes zu kompensieren und den Luftstrom nach unten und oben zu begrenzen. Durch die Luftstromasymmetrie können die Anstellwinkel der Luftleitbleche rechts/ links unterschiedlich sein.

- Aufstellen des Gerätes in Arbeitsposition in der Rebanlage
- Festlegen der unteren und oberen Behandlungsgrenze:
 - untere Grenze = untere Laubwandgrenze
 - obere Grenze = ca. 20 cm unterhalb der max. erwarteten Laubwandhöhe
- dem Vegetationsstadium angepasste Gebläsedrehzahl einstellen
- durch Einschalten der Düsen Sprühbereich sichtbar machen (nur mit Wasser), die Einstellung hat für jede Seite getrennt zu erfolgen. Es können auf beiden Seiten unterschiedliche Anstellwinkel erforderlich sein



Abbildung 69: Standard Axialgebläse, (Bäcker, 2009)

Ausrichten der Düsen

- Festlegen der maximal zu verwendenden Düsenanzahl entsprechend der Behandlungsgrenzen (Faustwert: 30 cm Arbeitshöhe je Düse)
- Ausrichten der untersten und obersten Düse auf die Behandlungsgrenzen
- Dazwischen liegende Düsen gleichmäßig ausrichten
- Spritzbild der geöffneten Düsen kontrollieren

Anpassen an die aktuelle Laubwandhöhe

- Festlegen der Düsenanzahl entsprechend der Laubwandhöhe (Berechnung: Laubwandhöhe / Arbeitshöhe je Düse = Düsenanzahl)
- Alle nicht benötigten Düsen abschalten. Verwendete Düsen ggf. fein ausrichten
- Spritzbild der geöffneten Düsen kontrollieren

Die Grundeinstellung geht von gleichen Düsengrößen auf allen Düsenstationen aus. Abweichungen hiervon können zur Berücksichtigung von Laubwandkorrekturen (Entblätterung der Traubenzone) sinnvoll sein.

9.4.2 Axialgebläse mit Luftleitsystem, Tangentialgebläse, Diffusor-Radialgebläse



Abbildung 70: Axialgebläse mit Luftleitsystem (links), Tangentialgebläse (Mitte), Diffusor-Radialgebläse (rechts) (Bäcker, 2009)

Ausrichten der Luftleitbleche

Das Ausrichten vorhandener Luftleitbleche ist bei diesen Gebläsebauarten erforderlich, um den Luftstrom nach unten und oben zu begrenzen.

- Aufstellen des Gerätes in Arbeitsposition in der Rebanlage
- Festlegen der unteren und oberen Behandlungsgrenze
 - untere Behandlungsgrenze = untere Laubwandgrenze
 - obere Behandlungsgrenze = ca. 20 cm unterhalb der maximal zu erwartenden Laubwandhöhe
- dem Vegetationsstadium angepasste Gebläsedrehzahl einstellen
- durch Einschalten der Düsen Sprühbereich sichtbar machen (nur mit Wasser)
- mit den Luftleitblechen (Axialgebläse) ist der Sprühbereich auf die Behandlungsgrenzen auszurichten

Ausrichten der Düsen

- Festlegen der maximalen Düsenanzahl entsprechend der Behandlungsgrenzen (Faustwert: 30 cm Arbeitshöhe je Düse)
- Ausrichten der untersten und obersten Düse auf die Behandlungsgrenzen

- Dazwischen liegende Düsen gleichmäßig ausrichten
- Spritzbild der geöffneten Düsen kontrollieren

Anpassen an die aktuelle Laubwandhöhe

- Festlegen der Düsenanzahl entsprechend der Laubwandhöhe (Berechnung: Laubwandhöhe / Arbeitshöhe je Düse = Düsenanzahl)
- Alle nicht benötigten Düsen abschalten. Verwendete Düsen ggf. fein ausrichten
- Spritzbild der geöffneten Düsen kontrollieren

Alle Düsenstationen werden mit der gleichen Düsengröße bestückt. Abweichungen sind zur Berücksichtigung von Laubwandkorrekturen möglich.

9.4.3 Fächer-Radialgebläse

Ausrichten der Luftaustrittsöffnungen

Das Ausrichten der Luftaustrittsöffnungen ist bei diesen Gebläsebauarten erforderlich, um den Luftstrom nach unten und oben zu begrenzen und Streifenbildung zu verhindern. Jeder Fächer behandelt ein Band auf der Zielfläche. Deshalb müssen bei diesen Gebläsen in jedem Entwicklungsstadium die benötigten Fächer neu ausgerichtet werden. Es ist sicherzustellen, dass keine Streifenbildung erfolgt.

- Aufstellen des Gerätes in Arbeitsposition in der Rebanlage
- Festlegen der unteren und oberen Behandlungsgrenze
 - untere Behandlungsgrenze = untere Laubwandgrenze
 - obere Behandlungsgrenze = obere Laubwandgrenze
- Obere Luftstromgrenze der obersten benötigten Luftaustrittsöffnung auf die obere Behandlungsgrenze ausrichten
- Untere Luftstromgrenze der untersten Luftaustrittsöffnung auf die untere Behandlungsgrenze ausrichten
- Dazwischen liegende Luftaustrittsöffnungen entsprechend des zu behandelnden Bandes ausrichten



Abbildung 71: Fächer-Radialgebläse (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)

Ausrichten der Düsen

- Festlegung der Düsenzahl entsprechend der Laubwandhöhe
- Die benötigten Düsen sind in Luftstromrichtung auszurichten
- Spritzbild der geöffneten Düsen kontrollieren

Die Grundeinstellung geht von gleichen Düsengrößen auf allen Düsenstationen aus. Abweichungen hiervon können zur Berücksichtigung von Laubwandkorrekturen sinnvoll sein.

Allgemeine Empfehlungen zur Applikation

- Eine Behandlung der Rebzeilen von beiden Seiten optimiert die Beläge auf der Blattunterseite.
- Bei Fahrgeschwindigkeiten über 8 km/h kann sich die Applikationsqualität verschlechtern.
- Der empfohlene Druckbereich der Düsen muss beachtet werden.
- In den frühen Entwicklungsstadien empfiehlt sich eine deutliche Reduzierung der Gebläsedrehzahl.
- Zur Reduzierung der Abdrift sind grobtropfig zerstäubende Düsen erforderlich. Hinsichtlich der biologischen Wirksamkeit bestehen keinerlei Bedenken.
- Zur Vermeidung von Abdrift auf Nichtzielflächen darf die Applikation in den betreffenden Randzeilen nur einseitig in Richtung der Behandlungsfläche erfolgen.

9.5 Pflanzenschutzgerätekontrolle

Mit der 4. Verordnung zur Änderung pflanzenschutzrechtlicher Vorschriften vom November 2003 wurde die bestehende Pflichtkontrolle für Feldspritzgeräte und für Sprühgeräte mit Luftunterstützung auch auf Spritzgeräte ohne Luftunterstützung für Raumkulturen ausgeweitet. Damit sind auch Spritzgestänge, Herbizideinrichtungen und Schlauchspritzanlagen kontrollpflichtig. Ausgenommen von der Kontrollpflicht sind nur Pflanzenschutzgeräte, die von einer Person getragen werden können. Vorrangiges Ziel der Kontrolle ist es, Mängel, Verschleiß und Undichtigkeiten an den Pflanzenschutzgeräten zu erkennen, um so vermeidbare Umweltbelastungen zu unterbinden. Alle in Gebrauch befindlichen Spritz- und Sprühgeräte müssen im dreijährigen Turnus (6 Kalenderhalbjahre) Gerätekontrollen bei anerkannten Kontrollwerkstätten durchlaufen. Bei erfolgreichem Abschluss der Kontrolle erhält der Gerätehalter einen Kontrollbericht und das Gerät wird mit einer Kontrollplakette versehen. Spritz- und Sprühgeräte ohne gültige Plakette dürfen seit dem 01. Mai 2004 nicht mehr eingesetzt werden. Die zuständigen Kontrollbehörden können nicht kontrollierte Geräte stilllegen und zudem ein Bußgeld bis zu einer Höhe von 50.000 € verhängen.

Durchführung der Kontrolle

Die Kontrolle der Pflanzenschutzgeräte und die Vergabe der Kontrollplaketten dürfen nur durch autorisierte Landmaschinenwerkstätten (mit amtlicher Anerkennung) erfolgen. Die Werkstätten müssen über geeignete Messgeräte und speziell geschultes Personal verfügen. Die Durchführung der Kontrolle muss nach den genau definierten Richtlinien des Julius Kühn-Institutes erfolgen. Dabei wird der allgemeine Sicherheitszustand (z.B. Schutzvorrichtungen am Antrieb oder Gebläse) und die einzelnen Bauteile des Gerätes (Pumpe, Behälter, Rührwerk, Armatur mit Druckregler und Manometer, Leitungen, Filter, Düsen und Gebläse) sowie die Düsenverteilung (Spritzbild) überprüft. Alle am Gerät befindlichen Bauteile und vorhandene Zusatzausrüstungen müssen dabei voll funktionsfähig sein, z. B. Zusatzvorrichtung für Herbizidausbringung oder Überzeilengestänge. Ebenso sind auch besondere Applikationseinrichtungen wie z.B. Schlauchspritzanlagen oder der Hubschrauber kontrollpflichtig. Sind alle Anforderungen erfüllt, darf das Pflanzenschutzgerät mit einer Kontrollplakette versehen werden. Geräte mit geringen Mängeln können mit einer Plakette versehen werden, die Mängel sind aber umgehend vom Halter abzustellen.

9.6 Hubschrauberspritzung

Der Hubschrauber nimmt eine Sonderstellung bei den im Rebschutz eingesetzten Verfahrenstechniken ein. Nach § 18 Pflanzenschutzgesetz ist die Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln mit Luftfahrzeugen nur in Ausnahmefällen und mit besonderer Genehmigung erlaubt: „Eine *Genehmigung soll nur erteilt werden zur Bekämpfung von Schadorganismen*

1. im Weinbau in Steillagen,

2. *im Kronenbereich von Wäldern.*“

Es dürfen nur Pflanzenschutzmittel eingesetzt werden, die vom Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) für diese Anwendung zugelassen bzw. genehmigt worden sind.

Da die Hubschrauberspritzung einzelner Parzellen die Ausnahme und eine Spritzung größerer überbetrieblicher Flächen (mindestens 1 ha) die Regel sein sollte, ist es zunächst erforderlich ein Gremium zu konstituieren, das die Spritzung organisiert (Ausfluggung des Gebiets, Festlegung der Anwendungszeitpunkte, Mittelauswahl, Heranschaffung von Wasser, Abrechnung etc.) und die Interessen der im Hubschraubergelände vertretenen Winzer gegenüber dem Flugunternehmen, Behörden etc. vertritt.

Die Sachkunde, Einsatzbereitschaft und das Verantwortungsbewusstsein dieses Gremiums („Hubschrauberausschuss“) ist von entscheidender Bedeutung für die erfolgreiche und komplikationslose Durchführung der Hubschrauberspritzung. Letzteres ist von besonderer Bedeutung, da der Hubschraubereinsatz im kritischen Blickfeld der Öffentlichkeit liegt.

Der Einsatz ist nur in der Zeit zwischen der zweiten „Rote-Brenner-Spritzung“ und je nach dem Triebwuchs der ersten bzw. der zweiten Nachblütespritzung zu empfehlen. Austriebsbehandlungen können nicht durchgeführt werden, da sie eine gute Benetzung erfordern. Spritzungen nach der zweiten Nachblütespritzung sind ebenfalls nicht sinnvoll, da die Anlagerung der Spritztröpfchen in der Traubenzone wegen der dichten und hohen Laubwand zu diesem Zeitpunkt unbefriedigend ist. Zum Schutz der Trauben muss der Winzer eine bzw. zwei Nachbehandlungen vom Boden aus durchführen, da insbesondere eine Botrytisbekämpfung mit dem Hubschrauber nicht sinnvoll ist.

Beim Einsatz sind verschiedene Vorsichtsmaßnahmen zu beachten:

- Start- und Landeerlaubnis durch die Luftfahrtbehörde
- Absprache der Spritzpläne mit der weinbaulichen Beratungsstelle
- Akarizide und Insektizide dürfen vom Hubschrauber nicht ausgebracht werden.
- Mögliche Pilzinfektionsherde können mit diesem Applikationsverfahren nicht gestoppt werden; hier sind Sonderspritzungen vom Boden aus angezeigt.
- Zu gefährdeten Objekten (z. B. Wohngebiet, Gartengebiet) muss zur Vermeidung von Abdrift ein ausreichender Sicherheitsabstand, mindestens 50 m, eingehalten werden. Bei einer Windgeschwindigkeit von über 5 m/sec und Temperaturen über 25°C ist der Hubschraubereinsatz einzustellen.

- Durch Absperrmaßnahmen ist sicherzustellen, dass weder Kraftfahrzeuge noch Fußgänger in den Bereich des Spritznebels gelangen. Die Bevölkerung ist rechtzeitig vor dem Hubschraubereinsatz zu informieren.

Der Hubschraubereinsatz hat im Steillagengebiet jedoch auch eine Reihe von Vorteilen:

- Bekämpfung großer Flächen in kurzer Zeit möglich
- gute Kontrolle über Art und Menge der ausgebrachten Mittel
- Kontrolle des Spritzzeitpunktes (Buchführungspflicht!)
- Vermeidung von Brühe- und Präparatresten
- neue Erkenntnisse finden schnellen Eingang in die Praxis.
- Arbeitsentlastung speziell in der Phase der höchsten Arbeitsbelastung der Betriebe

Die Pflanzenschutzmittel werden in der Regel mit 150 l Wasser je ha ausgebracht. Um die Abdrift so gering wie möglich zu halten, sind auch beim Hubschrauber abdriftarme Düsen (z.B. AirMix) einzusetzen.

Die gemeinschaftliche Hubschrauberspritzung entbindet den einzelnen Winzer nicht von der Verantwortung für seinen Weinberg. Er hat seine Weinberge weiterhin auf Krankheits- oder Schädlingsbefall zu kontrollieren, um diesen gegebenenfalls dem Spritzausschuss mitzuteilen. Die Verantwortung für die weitgehende Befallsfreiheit seiner Weinberge trägt er selbst und nicht der Spritzausschuss. Der Sinn der Hubschrauberspritzung liegt in der Entlastung der Winzer während der Hauptarbeitsspitze. Sie ist kein vollständiger und vollwertiger Ersatz für vom Boden durchgeführte Bekämpfungsmaßnahmen. Daher sollte jeder Winzer dafür Sorge tragen, dass für den Fall, dass eine Hubschrauberspritzung nicht möglich oder nicht sinnvoll ist, auch eine Applikation vom Boden erfolgen kann.

9.7 Technik der chemischen Unkrautbekämpfung

Herbizidanwendungen werden in der Regel im Spritzverfahren mit folgenden Geräten durchgeführt:

- Rückenspritzen
- Spritzung über Schlauchleitung (z.B. vom Schlepperanbaugerät)
- Schlepperanbauspritzen mit Unterstockspritzeinrichtung (Frontanbau oder im Zwischenachsbereich)

Sprühgeräte sind ungeeignet, weil der Sprühnebel leicht verweht wird und auf die grünen Reibteile gelangt.

Der Spritzdruck muss niedrig sein und sollte 3 bar (bei der Schaum-/Injektordüse max. 5 bar) nicht übersteigen. Schlepperanbaugeräte sind mit einem Reduzierventil, einem Niederdruckmanometer (Anzeigebereich 1-6 bar) und einem Dreiwegehahn ausgerüstet. Das Niederdruckmanometer muss im ständigen Sichtbereich des Anwenders liegen. Bei handgeführten Spritzrohren (Rückenspritze und Schlauchspritzung) ist der Einbau eines Manometers in Verbindung mit einem einstellbaren Druckreduzierventil empfehlenswert (Abbildung 72).

Die Herbizidwirkung auf die Unkräuter ist nur dann ausreichend, wenn die auszubringende Flüssigkeit gleichmäßig über die zu behandelnde Fläche verteilt wird. Für die Unterzeilenspritzung haben sich asymmetrische LP-OC-Flachstrahldüsen (LP: low pressure, niedriger Druck; OC: off center, siehe Abbildung 66) bewährt, die auch bei schrägem Spritzfächer die Flüssigkeit gleichmäßig ausbringen. Seit einiger Zeit werden zunehmend auch asymmetrische Injektordüsen (z.B. IC-Düsen) zur Ausbringung eingesetzt. Diese Düsen zeichnen sich durch eine besonders geringe Abdrift aus. Für handgeführte Spritzrohre ist neben den üblichen Flachstrahldüsen ebenfalls die Injektordüse empfehlenswert. Rundstrahldüsen sollten für die Herbizidanwendung nicht benutzt werden.

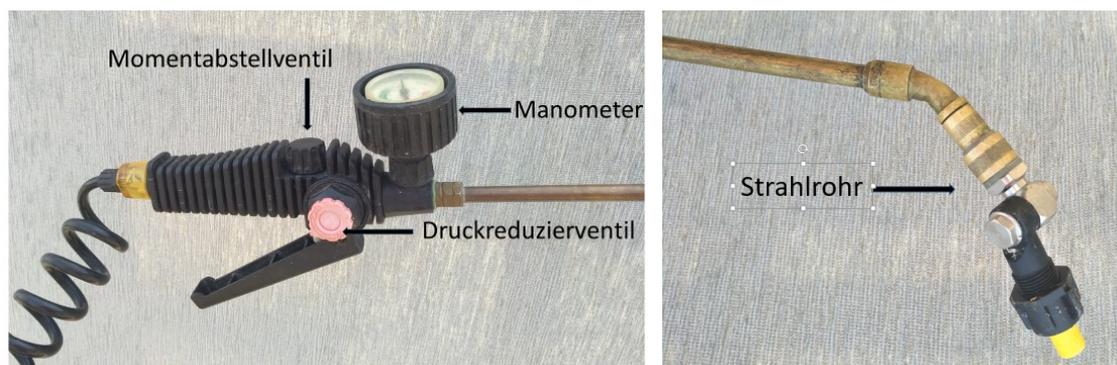


Abbildung 72: Handgeführtes Spritzrohr mit Momentabstellventil, Druckreduzierventil und Manometer (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)

Zur Reduzierung des Eintrages von Herbizidwirkstoffen in die Umwelt werden taster- oder sensorgesteuerte Punktspritzeinrichtungen für die Unterzeilenspritzung angeboten. Somit kann die Herbizidapplikation auf den Rebstamm bzw. den Pfahl beschränkt werden. Hauptziel solcher technischer Einrichtungen ist es, den Herbizideinsatz auf das notwendige Minimum zu reduzieren. Neuerdings setzt man auch mit Rotationszerstäubern ausgestattete Hand- oder Anbaugeräte ein, die mit hochkonzentrierten Herbizidpräparaten arbeiten.

Alle Geräte sind nach der Spritzung gründlich zu reinigen. Bei Verwendung wuchsstoffhaltiger Mittel sollte dem Reinigungswasser 0,1 % Aktivkohle (100 g / 100 l Wasser) zugesetzt werden. Diese Brühe sollte eine Nacht in dem Gerät, den Schläuchen usw. verbleiben, nach dem Entleeren muss nochmals gründlich mit Wasser nachgespült werden. **Reste von Herbiziden und Spülwasser dürfen unter keinen Umständen in Gewässer gelangen!** Nach Möglichkeit sind für Rebschutzmaßnahmen und Unkrautbekämpfung verschiedene Geräte zu verwenden.

10 Berechnungen

10.1 Berechnungen beim Rebschutz

Brüheaufwandmenge und -konzentration

Grundsätzlich steht die Brüheaufwandmenge nicht in direktem Zusammenhang mit der biologischen Wirksamkeit der Spritzung. Entscheidend ist vielmehr, dass eine bestimmte Wirkstoffmenge gleichmäßig auf der Zielfläche verteilt wird. So ist es heute mit bestimmten Techniken durchaus möglich, mit nur 250 l Brühe pro ha Rebfläche einen ebenso guten Bekämpfungserfolg wie mit 800 l/ha zu erzielen, wenn die Aufwandmenge gleich gehalten wird. Es gibt jedoch auch Anwendungsgebiete, bei denen bessere Wirkungsgrade erzielt werden können, wenn mit höheren Wassermengen die Mittel ausgebracht werden. Dazu zählt unter anderem die Mehлтаubekämpfung. Aber auch bei Austriebsbehandlungen kann es notwendig sein, die Zielfläche gut zu benetzen.

Ein ausgewachsener Rebbestand ist bei optimaler Benetzung in der Lage, ca. 800 l Brühe/ha zu halten. Bei höheren Brühemengen kommt es meist zu Abtropfverlusten. Bei Sprühgeräten nimmt bei geringen Brühemengen (unter ca. 400 l/ha) die Abdrift wegen der sehr kleinen Tropfen zu. Außerdem können nicht alle Mittel so hoch konzentriert werden (Probleme hinsichtlich Schwebefähigkeit, Verträglichkeit etc.). Demnach zeigt sich, dass sowohl sehr niedrige als auch sehr hohe Brüheaufwandmengen die sachgerechte Ausbringung der Mittel zunehmend problematisch machen.

Bewährt hat sich das Sprühverfahren mit 400 – 800 l Wasser je Hektar im Nachblütebereich. (Tabelle 16). Dieses Verfahren ist mit modernen Sprühgeräten bei der Wahl entsprechender Düsen technisch problemlos zu realisieren, so dass es empfohlen werden kann.

Als Grundlage der Berechnung dient der Basisaufwand (kg bzw. l/ha), der in der Regel auf die erste Vorblütebehandlung (früher 400 l/ha) bezogen wird. Dieser ist im Verlauf der Vegetationsperiode an das Entwicklungsstadium der Rebe und die damit verbundene Vergrößerung der Zielfläche anzupassen. Dazu wird der Basisaufwand je nach Entwicklungsstadium mit einem Faktor zwischen 1,5 und 4 multipliziert. Die erforderlichen Mittelmengen werden in die auszubringende Wassermenge eingerührt und ausgebracht (Tabelle 16).

Die in Tabelle 16 angegebenen Werte beziehen sich auf Normalanlagen mittlerer Wüchsigkeit mit ca. 1,60 bis 2,00 m Gassenbreite. Bei wesentlich breiteren Reihenabständen können anteilige Abschläge zu diesen Werten gemacht werden.

Bei Traubenzonenbehandlungen (besonders empfehlenswert zur Botrytis- und Traubenwicklerbekämpfung) kann der Brüheaufwand bei gleich bleibender Konzentration um etwa die Hälfte

verringert werden. Dies bedeutet auch eine Reduzierung der Mittelmenge um ca. 50 % (je nach Breite der Traubenzone im Verhältnis zur gesamten Laubwandhöhe).

Tabelle 16: Mittelaufwand (kg bzw. L/ha) und empfohlener Wasseraufwand (L/ha) in Abhängigkeit vom Entwicklungsstand der Reben (gültig für Direktzuglagen), (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)

Entwicklungsstadien BBCH	00 – 09	11 - 16	17 - 61	68 - 69	71	73- 75	75-81
Behandlungstermine	Winter / Austrieb	1. Vorblüte	ab 2. Vorblüte	abgehende Blüte	2. Nachblüte	ab 3. Nachblüte, je nach Dichte der Laubwand	
Basisaufwand (kg bzw. /ha)	x 1	x 1	x 1,5 bis 2	x 2,5	x 3	x 3,5 bis 4	x 4
z. B. Polyram WG 0,2 % = kg/ha	0,8	0,8	1,2 – 1,6	2,0	2,4	2,8 – 3,2	3,2
empfohlener Wasseraufwand (L/ha) *)	100 - 400	100 - 400	200 - 800	250 - 800	300 - 800	400 – 800	400 - 800

*) Der empfohlene Wasseraufwand in l/ha ist fett gedruckt. Bei niedrigen Wassermengen und kleineren Tropfen wird die Anlagerung schwieriger (schlechtere Wirkungsgrade) und die Gefahr von Abdriftverlusten steigt (stärkere Windanfälligkeit der kleinen Tropfen).

Bei der Schlauchspritzung sollten die Aufwandmengen in Abhängigkeit vom Entwicklungsstadium bei 1000 bis max. 2000 l/ha liegen. Die zugelassenen Aufwandmengen pro Hektar sind einzuhalten. Höhere Aufwandmengen sind nicht zu vertreten! Die Spritzung soll eine effektive und möglichst umweltschonende Pflanzenschutzmaßnahme sein. Als besonders günstig hat sich die Verwendung von Düsenplättchen mit 1,2 mm Loch-Durchmesser bei einem Druck von etwa 50 bar erwiesen.

Seit dem 01.01.2020 müssen bei den Zulassungsanträgen von Pflanzenschutzmitteln die Dosierangaben nach dem neuen Laubwandflächenmodell (LWA – Leaf Wall Area) berechnet sein. Bei dem neuen Modell bezieht sich der Mittelaufwand auf die effektiv zu behandelnde Laubwandfläche. Das vorherige Modell, das bei Präparaten, die vor dem 01.01.2020 zugelassen worden sind, noch gültig ist, wurde im Gegensatz dazu mittels Grundfläche und Entwicklungsstadium der Rebe (s.o.) berechnet. Bei dem Laubwandflächenmodell wird der Pflanzenschutzmittel- und Wasseraufwand mit der Laubwandhöhe (Ableitung aus Spritzbandbreite/-höhe aus Anzahl geöffneter Düsen), dem Reihenabstand und der Grundfläche berechnet. Die Größen „Maximale Einzelaufwandmenge pro Hektar Grundfläche“ und „Maximale Menge pro Vegetationsperiode und Hektar Grundfläche“ bleiben erhalten.

Bisherige Dosierung von Pflanzenschutzmittel in Raumkulturen und deren Schwächen - auch in der Praxis

Derzeit wird im deutschen Weinbau die entsprechend einzusetzende Aufwandmenge der Mittel nach dem Entwicklungsstand (BBCH-Stadien) der Reben, bezogen auf die Grundfläche (kg/ha oder l/ha), berechnet. Anders als in Flächenkulturen, wie beispielsweise Kartoffel oder Getreide, ist in Raumkulturen die effektiv zu behandelnde Kulturfläche allerdings nicht identisch mit der Grund- bzw. Bodenfläche. Das bisherige Berechnungssystem berücksichtigt daher nicht die unterschiedlichen Gegebenheiten der jeweiligen Anlagen, z.B. variierende Reihenabstände als auch verschiedene Erziehungsformen und Wuchsunterschiede der einzelnen Rebsorten. Nachstehende drei Beispiele sollen diese nachteiligen Effekte praxisnah verdeutlichen.

Reihenabstände bzw. Gassenbreiten

Geht man von einem Hektar Grundfläche aus, ist die effektiv zu behandelnde Laubwandfläche in einer Anlage mit einer Reihenbreite von 2,20 m dementsprechend größer als beispielsweise bei einer Weitraumanlage mit einer Reihenbreite von 3 m oder mehr. Folglich wird unter Berücksichtigung des bisherigen Dosiermodells nach BBCH-Stadium und bezogen auf die Grundfläche in einer üblichen Anlage (Reihenbreite 2,20 m) weniger Mittel auf die effektiv zu behandelnden Pflanzenteile ausgebracht als bei einer Weitraumanlage. Somit gilt also, je dichter die Grundfläche bestockt ist oder je geringer der Reihenabstand, desto größer ist die Laubwandfläche.

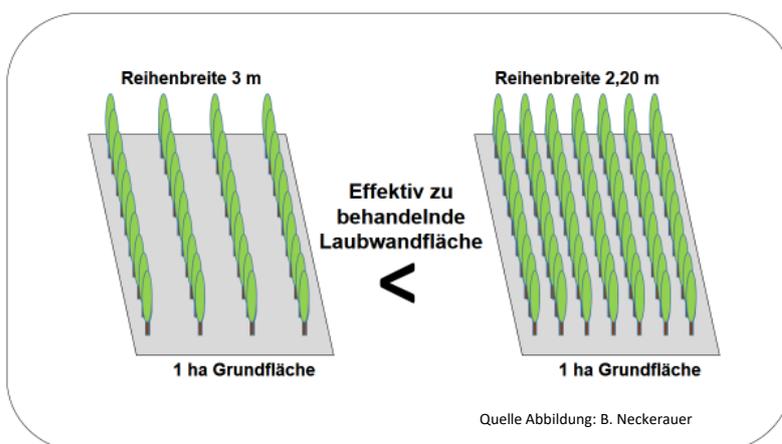


Abbildung 73: Effektiv zu behandelnde Laubwandfläche bei unterschiedlichen Reihenbreiten (Neckerauer, 2019)

Erziehungsformen

Das derzeitige Dosiermodell berücksichtigt auch keine unterschiedlichen Erziehungsformen. Demzufolge werden beispielsweise Minimalschnitlanlagen unter Berücksichtigung identischer Entwicklungsstadien im Vergleich zu einer Drahtrahmen- bzw. Bogrebenerziehung unterdosiert behandelt. Je größer die tatsächlich vorherrschende Laubwandfläche, desto mehr Mittelaufwand wird für einen ausreichenden Schutz benötigt.



Abbildung 74: Effektiv zu behandelnde Laubwandfläche bei unterschiedlichen Erziehungsformen (Bauer 2015, beschriftet DLR)

Wuchsunterschiede der Rebsorten

Gleiches trifft ebenso auf verschiedene Rebsorten zu. Weisen diese etwa bei gleichem Entwicklungsstadium unterschiedliche Blatt- und Triebzuwächse auf, so entsteht auch hier eine abweichende Dosierung der Wirkstoffmenge. Die Abbildung zeigt die Rebsorten Regent (links) und Dornfelder (rechts) bei gleichem Entwicklungsstadium (BBCH 61).



Abbildung 75: Effektiv zu behandelnde Laubwandfläche bei unterschiedlichen Behandlungshöhen (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)

Beschriebene Unterschiede in den einzelnen Anlagen können sich nicht nur bei Zulassungsverfahren, sondern auch in der Praxis nachteilig auf den Bekämpfungserfolg auswirken. So ist nach derzeitigem Modell bei Behandlungen mehrerer unterschiedlicher Anlagen bei gleichbleibenden technischen Einstellungen am Gerät ein Unter- bzw. Überdosieren der Mittelmenge nicht auszuschließen.

Das Laubwandflächenmodell – Dosierung der Mittelmenge auf die tatsächlich zu behandelnde Fläche

Aufgrund der angestrebten Vereinheitlichung der Dosiermodelle innerhalb der EU sind die Mengenangaben für ein zukünftig neu zugelassenes Mittel auf die tatsächlich zu behandelnde Fläche

(Laubwandfläche, engl. Leaf Wall Area – LWA) zu beziehen. Das neue Dosiermodell berücksichtigt im Vergleich zum bisherigen in Deutschland eingesetzten Modell, dass der einzusetzende Mittel- aufwand sich ausschließlich auf die effektiv zu behandelnde Laubwandfläche bezieht, also nicht wie bisher auf die Grundfläche, inklusive der Berücksichtigung des Entwicklungsstadiums der Re- ben. Die Laubwandfläche definiert sich allerdings nicht als die tatsächliche Flächengröße der zu behandelnden Blätter und Trauben im engeren Sinne, sondern als die von den Düsen vertikal behandelte Fläche. Die zu behandelnde Laubwandfläche ist demnach aus der jeweiligen Spritz- bandbreite/-höhe, welche sich aus den jeweils geöffneten Düsen zusammensetzt, abzuleiten bzw. zu berechnen.

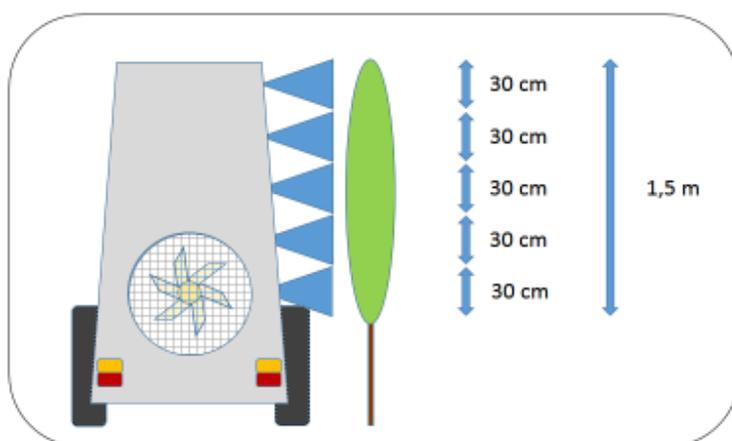
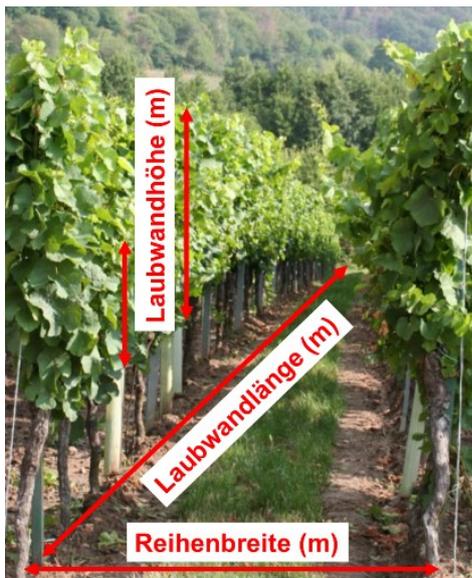


Abbildung 76: Spritzbandhöhe analog zur Laubwandfläche (Neckerauer, 2019)

Zukünftig wird zur Berechnung der einzusetzenden Dosierung der Mittel- und Wasseraufwand in l oder kg/10.000 m² Laubwandfläche angegeben sein. Dies soll im Folgenden anhand eines konkreten Beispiels bei einer beidseitigen Behandlung erläutert werden:

Bei einer Behandlung der ausgewachsenen Laubwand werden beispielsweise 5 Düsen beidseitig geöffnet. Ausgegangen wird von einer Spritzbandbreite von 30 cm pro Düse. Die Gassenbreite beträgt in diesem Beispiel 2,20 m.



Die Laubwandfläche wird berechnet durch **die Laubwandhöhe** (=Spritzbandbreite bzw. -höhe) **X die Laubwandlänge** (berechenbar über die Reihenbreite in Bezüge auf ein Hektar Boden- bzw. Grundfläche)

Abbildung 77: Parameter zur Berechnung der Laubwandfläche (DLR Rheinpfalz, Inst. f. Phyt.)

(Spritzbandhöhe bzw. Laubwandhöhe 5 x 30cm)	(beidseitige Behandlung)	(Bezug auf 1 ha Grundfläche)		
1,5 m	x 2	x 10.000 m²	= 13.636 m² LWF	
	2,20 m			(zu behandelnde Laubwandfläche pro ha Grundfläche)
	(Gassenbreite)			

Angaben des Mittelaufwands beim zukünftigen LWA-Modell:

- | | |
|---|---|
| - max. Aufwandmenge pro Behandlung: | 2,40 kg/ha Grundfläche |
| - max. Aufwandmenge für die Kultur bzw. das Kalenderjahr: | 9,00 kg/ha Grundfläche |
| - laubwandflächenbezogene Aufwandmenge: | 1,33 kg in 200 bis 500 l
Wasser/10.000 m² LWF |

Grundsätzlich bietet die neue laubwandabhängige Dosierung nicht nur im Bereich der zulassungsrelevanten Mittelprüfung sondern auch für die Praxis Vorteile:

- Berücksichtigung anlagenspezifischer Faktoren (Entwicklungsstand, Reihenabstände, Erziehungssysteme)
- Bezug der Aufwandmenge auf die tatsächlich zu behandelnde Laubwandfläche führt zu einer präziseren Dosierung
- Behandlungen von Traubenzone oder Laubwand als Teilflächenbehandlung mit gleichen technischen Einstellung (Fahrgeschwindigkeit und Druck unverändert) möglich
- Geringeres Risiko von Über- bzw. Unterdosierungen

Im Nachbarland Belgien ist das Dosiermodell zur Laubwandflächenbehandlung seit einigen Jahren etabliert und wird zur Behandlung von Raumkulturen erfolgreich angewendet. In Deutschland werden erste Zulassungen, die Angaben zur Dosierung nach dem Laubwandflächenmodell beinhalten, voraussichtlich ab dem Jahr 2021 erwartet.

10.2 Berechnungen bei der Unkrautbekämpfung

Bei allen Herbiziden ist der Mittelaufwand in kg/ha bzw. l/ha aufgeführt. Soweit nicht anders vorgegeben, erfolgt die Ausbringung im Spritzverfahren mit einem Wasseraufwand von 200-600 l/ha je nach Anwendungsempfehlung der Mittelhersteller.

In direktzugfähigem Gelände werden heute Herbizide in der Regel als Unterzeilenspritzung mit Schlepperanbaugeräten (Bandspritzung) ausgebracht.

Neuerdings werden so genannte Punktspritzgeräte angeboten, die nur den unmittelbaren Bereich um den Stamm spritzen, der von Unterzeilenräumergeräten oder Unterzeilenmulchern ausgespart wird.

Zur Berechnung der Wasser- und Mittelaufwandmenge sowie des erforderlichen Düsendrucks kann folgendes Schema benutzt werden:

1. Schritt: Ermittlung der effektiv zu behandelnden Fläche

$$\frac{\text{Spritzband breite (m)} \times \text{Parzelleng röße (ar)}}{\text{Gassenbrei te (m)}} = \text{effektiv zu behandelnd e Fläche (ar)}$$

2. Schritt: Ermittlung der notwendigen Brühemenge für die zu behandelnde Fläche

$$\frac{\text{gewünschte r Brüheaufwand je ha (L)} \times \text{zu behandelnd e Fläche (ar)}}{100 \text{ ar}} = \text{Brühebedarf (L)}$$

3. Schritt: Ermittlung der notwendigen Mittelmenge für die zu behandelnde Fläche

$$\frac{\text{empf. Mittelaufw and je ha (L oder kg)} \times \text{zu behandelnd e Fläche (ar)}}{100 \text{ ar}} = \text{Mittelbeda rf (L oder kg)}$$

4. Schritt: Ermittlung des notwendigen Brüheausstoßes einer Düse pro Minute

einseitig spritzen: Arbeitsbreite = Gassenbreite

zweiseitig spritzen: Arbeitsbreite = doppelte Gassenbreite

$$\frac{\text{Brühebedarf (L)} \times \text{Fahrgeschw. (km/h)} \times \text{Arbeitsbreite (m)}}{\text{Flächengröße (ar)} \times 6 \times \text{Anzahl offener Düsen}} = \text{Brüheausstoß je Düse (L/min)}$$

5. Schritt: Aussuchen einer geeigneten Düsengröße und Ablesen des erforderlichen Druckes in der dazugehörigen Düsentabelle

6. Schritt: Kontrolle der Düsenausstoßmenge L/min (Auslitern)

Nach Einbau der Düse und der Einstellung des Druckes ist die Ausstoßmenge mit einem geeignetem Messgefäß / Messbecher zu überprüfen. Abweichungen von der ermittelten Menge sind durch Nachregeln des Spritzdruckes zu kompensieren.

Beispiel:

Vorgegeben sind:

Zu behandelnde Fläche:	60 ar	Fahrgeschwindigkeit:	4 km/h
Gassenbreite:	2,0 m	gewünschter Wasseraufwand:	600 L/ha
Spritzbandbreite:	0,4 m	Mittelaufwand:	4 L/ha

Es soll beidseitig gespritzt werden.

1. Schritt:

$$\frac{0,4 \text{ m} \times 60 \text{ ar}}{2 \text{ m}} = 12 \text{ ar}$$

Die effektiv zu behandelnde Fläche ist 12 ar groß.

2. Schritt:

$$\frac{600 \text{ L} \times 12 \text{ ar}}{100 \text{ ar}} = 72 \text{ L}$$

Der Brühebedarf liegt bei 72 L.

3. Schritt:

$$\frac{4 \text{ L} \times 12 \text{ ar}}{100 \text{ ar}} = 0,48 \text{ L}$$

Der Mittelbedarf liegt bei 0,48 L (= 480 ml bzw. cm³)

4. Schritt:

$$\frac{72 \text{ L} \times 4 \text{ km/h} \times 4,0 \text{ m}}{60 \text{ ar} \times 6 \times 2} = 1,6 \text{ L/min}$$

Der Brüheaustoß pro Düse muss bei 1,6 L/min liegen.

5. Schritt

L/min	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2
bar	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5

Der erforderliche Druck liegt bei ca. 2 bar.

Achtung:

Drücke von über 3 bar (bei Injektordüsen ca. 5) sind zu vermeiden, da es dann zu einer feinen Zerstäubung der Spritzbrühe mit der Gefahr von Abdriftschäden kommt. Liegt der errechnete erforderliche Druck über 3 bar, so ist die Fahrgeschwindigkeit oder der Brüheaufwand pro ha soweit zu verringern, dass der geringere erforderliche Brüheaustoß (L/min) mit einem Druck von weniger als 3 bar erreicht werden kann, oder es ist eine größere Düse zu verwenden.

Ergibt sich zwischen dem tatsächlichen und dem rechnerisch ermittelten Brüheaufwand für die gespritzte Fläche eine deutliche Differenz, so stimmt entweder die tatsächliche Fahrgeschwindigkeit mit der angezeigten Geschwindigkeit nicht überein oder der tatsächliche Brüheaustoß der Düsen mit dem Ausstoß laut Einstelltabelle (Ursache: Düsen abgenutzt, verschmutzt oder Druckanzeige ungenau).

Für diesen Fall sollten die Düsen bei verschiedenen Drücken ausgelitert (Ermittlung des Brüheaustoßes pro Düse in l/min) und die Einstelltabelle korrigiert werden (siehe Schritt 6). Das Auslitern muss in jedem Fall erfolgen, wenn für die eingesetzten Düsen keine Einstelltabelle vorliegt. Die eventuelle Fehlerspanne des Tachometers kann durch Abfahren einer Messstrecke und Ermittlung der dafür benötigten Zeit erfasst werden, woraus sich die tatsächliche Fahrgeschwindigkeit errechnen lässt (siehe Kapitel 12.2).

In den Steillagegebieten ist die Rückenspritze auch heute noch das meistgenutzte Gerät zum Ausbringen von Herbiziden. Eine exakte Ausbringung, wie beim Schlepperanbaugerät, kann bei diesem Verfahren nicht erfolgen, da die Gehgeschwindigkeit des Anwenders Schwankungen unterworfen ist. Sowohl überhöhte Aufwandmengen (Umweltbelastung, unnötige Kosten) als auch Unterdosierungen (mangelnde Wirksamkeit) sind möglichst zu vermeiden. Die Ausbringmenge ist der zu behandelnden Fläche - gegebenenfalls nach Durchführung einer Probespritzung zur Ermittlung des Brüheverbrauchs - anzupassen; dabei sind die vom Mittelhersteller empfohlene Mittelaufwandmenge/Fläche und der Rückenspritzen-Inhalt aufeinander abzustimmen.

11 Quellenverzeichnis

Amtsblatt der Europäischen Union, Mitteilungen und Bekanntmachungen, 54. Jahrgang, 1. März 2011, S. 18

Bäcker, G., Keicher, R., Koch, H. (2009): Untersuchungen zur Bewertung neuer Pflanzenschutzverfahren. ATW-Bericht 153, Herausgeber KTBL, Darmstadt

Bauer, Karl (2015): CC BY 3.0 at CC BY 3.0 AT <<https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/at/deed.en>>, Flächenunterschied zu Minimalschnitt10, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:LWA_Fl%C3%A4chenunterschied_zu_Minimalschnitt10.JPG, beschriftet vom DLR

BVL: Zulassungszeichen für Pflanzenschutzmittel, https://www.bvl.bund.de/DE/Arbeitsbereiche/04_Pflanzenschutzmittel/03_Antragsteller/04_Zulassungsverfahren/09_Zulassungszeichen/psm_zul_zeichen_node.html;jsessionid=D33E517BF175A75B82E44CDDDE-DFD5BD.1_cid290?cms_thema=Zulassungszeichen

BVL (2019): Körperschutz Pflanzenschutz, Fachmeldung vom 07. Juni 2019, https://www.bvl.bund.de/DE/Arbeitsbereiche/04_Pflanzenschutzmittel/04_Anwender/03_Schutzausruestung/psm_Schutzausruestung_node.html

BVL (2020): Einsatz von dicht schließenden Fahrererkabinen mit Luftfiltration im Pflanzenschutz, 08.01.2020, https://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Fachmeldungen/04_pflanzenschutzmittel/2020/2020_01_08_Fa_Fahrzeugkabinen_Schutzausruestung.html?nn=11030664

BVL (2020): Persönliche Schutzausrüstung beim Umgang mit Pflanzenschutzmitteln

BVL: Schutzhandschuhe, https://www.bvl.bund.de/DE/Arbeitsbereiche/04_Pflanzenschutzmittel/04_Anwender/03_Schutzausruestung/psm_Schutzausruestung_node.html, Quelle SVLFG

D.H. Lorenz, K.W. Eichhorn, H. Bleiholder, R. Klose, U. Meier, E. Weber (1994): *Phänologische Entwicklungsstadien der Weinrebe (Vitis vinifera L. ssp. vinifera)*. *Vitic. Enol. Sci.*, Bd. 49, S. 66–70, Veröffentlichung

Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum (DLR), Institut für Phytomedizin (Inst. f. Phyt.)

Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum (DLR), Institut für Weinbau und Oenologie (Inst. f. Wb/Oe)

Europäische Wirtschaftsgemeinschaft (1970): Richtlinie 67/548/EWG

Industrieverband Agrar e. V. (IVA), Frankfurt

Kaldari (2009): <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Spider-characteristics.png>

KTBL©, Darmstadt

Lechler (2020): Raumkultur – Düsen, Zubehör und Anwendungshinweise, Katalog R 2020, S. 20, Fa. Lechler GmbH, Metzingen

Lechler (2022): Agrardüsen und Zubehör 2022, S. 8, 77, 78, 100, Fa. Lechler GmbH, Metzingen

D.H. Lorenz, K.W. Eichhorn, H. Bleiholder, R. Klose, U. Meier, E. Weber (1994): *Phänologische Entwicklungsstadien der Weinrebe (Vitis vinifera L. ssp. vinifera)*. *Vitic. Enol. Sci.*, Bd. 49, S. 66–70, Veröffentlichung

Meier, U. (2018): <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>, Entwicklungsstadien mono- und dikotyler Pflanzen: BBCH Monografie. Open Agrar Repository, Quedlinburg. <https://doi.org/10.5073/20180906-075119>; S. 186 und 187

Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Landwirtschaft und Weinbau Rheinland-Pfalz, Informationsbroschüre über die einzuhaltenden Verpflichtungen bei der Konditionalität im Jahr 2024

Müller, Edgar (2019): Der Winzer 1 Weinbau, S. 540, Ulmer Verlag

Neckerauer, Bernd (2019): Regierungspräsidium Darmstadt, Dezernat Weinbau, Eltville

Regierungspräsidium Gießen, Pflanzenschutzdienst, Wetzlar, <https://pflanzenschutzdienst.rp-giessen.de/pflanzenschutzinfos/anwenderschutz-anwendersicherheit/>

12 Anhang

12.1 Phänologische Entwicklungsstadien der Rebe

Tabelle 17: Codierung und Beschreibung wichtiger Entwicklungsstadien nach der erweiterten BBCH-Skala (Lorenz, 1994)

BBCH-Code	Beschreibung
Makrostadium 0	Austrieb
00	Vegetationsruhe: Winteraugen spitz bis rundbogenförmig, je nach Rebsorte hell- bis dunkelbraun; Knospenschuppen je nach Rebsorte mehr oder weniger geschlossen
01	Beginn des Knospenschwellens: Augen beginnen sich innerhalb der Knospenschuppen zu vergrößern
05	„Wolle-Stadium“: wolleartiger brauner Haarbesatz deutlich sichtbar
09	Knospenaufbruch
Makrostadium 1	Blattentwicklung
11	Erstes Blatt entfaltet und vom Trieb abgespreizt
13	3 Blätter entfaltet
15	5 Blätter entfaltet
Makrostadium 5	Erscheinen der Blütenanlagen
55	„Gescheine“ (Infloreszenzen) vergrößern sich; Einzelblüten sind dicht zusammengedrängt
57	„Gescheine“ (Infloreszenzen) sind voll entwickelt; die Einzelblüten spreizen sich
Makrostadium 6	Blüte
61	Beginn der Blüte: 10 % der Blütenköppchen abgeworfen
63	Vorblüte: 30 % der Blütenköppchen abgeworfen
65	Vollblüte: 50 % der Blütenköppchen abgeworfen
68	80 % der Blütenköppchen abgeworfen

BBCH-Code	Beschreibung
Makrostadium 7	Fruchtentwicklung
71	Fruchtansatz; Fruchtknoten beginnen sich zu vergrößern; „Putzen der Beeren“ wird abgeschlossen
73	Beeren sind schrotkorngroß; Trauben beginnen sich abzusenken
75	Beeren sind erbsengroß; Trauben hängen
77	Beginn des Traubenschlusses
Makrostadium 8	Fruchtreife
81	Beginn der Reife; beginnen hell zu werden (bzw. beginnen sich zu verfärben)
89	Vollreife der Beeren (Lesereife)
Makrostadium 9	Eintreten der Vegetationsruhe
93	Beginn des Laubfalls

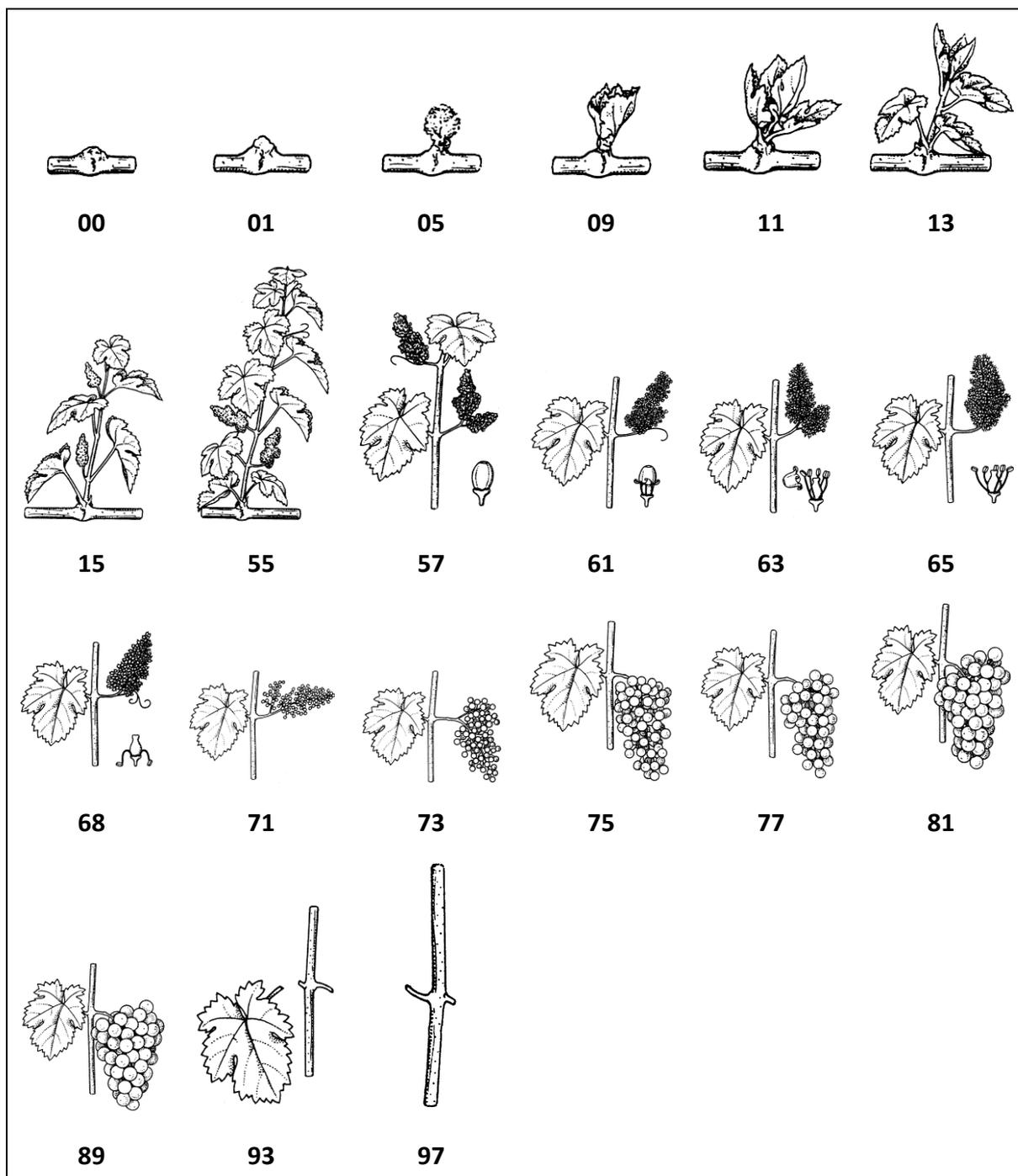


Abbildung 78: Phänologische Entwicklungsstadien der Rebe nach dem BBCH-Code (Meier 2018)

12.2 Einstellung eines Sprühgeräts

Vor der richtigen Einstellung eines Sprühgerätes steht die Überlegung, welche Brüheaufwendung pro Flächeneinheit ausgebracht werden kann und wie hoch die anzuwendende Konzentration sein soll. Die exakte Einstellung eines Sprühgeräts ist Voraussetzung für die Ausbringung der gewünschten Mittel- und Brühemenge, für eine hohe biologische Wirksamkeit der eingesetzten Mittel und möglichst geringe Abdrift- und Abtropfverluste. Die für den Brüheaufwand je ha entscheidenden Einflussgrößen:

- Fahrgeschwindigkeit,
- Arbeitsbreite,
- Anzahl offener Düsen und
- Brüheausstoß

müssen aufeinander abgestimmt werden, damit die gewünschte Brühemenge ausgebracht werden kann. Das folgende Rechenschema leistet dazu Hilfestellung:

1. Schritt: Ermittlung der tatsächlichen Fahrgeschwindigkeit (Tachometer oft ungenau!) bei Zapfwellendrehzahl (540 U/min)

Die auf dem Tachometer angezeigte Fahrgeschwindigkeit weicht von der tatsächlichen Geschwindigkeit oft beträchtlich ab. Bei den für die Spritzarbeit in Frage kommenden Gängen sollten anhand der Formel die tatsächlichen Geschwindigkeiten bei Zapfwellendrehzahl (540 U/min) ermittelt werden. Die tatsächliche Fahrgeschwindigkeit muss für eine exakte Berechnung des notwendigen Brüheausstoßes (Schritt 2) und das Ablesen laut Einstelltabelle (Schritt 3) erfolgen.

$$\frac{\text{gefahrte Teststrecke (m)} \times 3,6}{\text{benötigte Zeit(s)}} = \text{Fahrgeschwindigkeit (km/h)}$$

Beim Arbeiten am Hang sind Berg- und Talfahrt zu messen, um die durch Schlupf verursachten Geschwindigkeitsunterschiede zu berücksichtigen.

2. Schritt: Berechnung des notwendigen Brüheausstoßes (L/min) pro Düse

Der in Abhängigkeit vom Vegetationsstand und der Konzentration erforderliche Brüheaufwand kann aus Tabelle 168, Seite 1620 abgelesen werden:

$$\frac{\text{Brüheaufwand (L/ha)} \times \text{Fahrgeschwindigkeit (km/h)} \times \text{Arbeitsbreite (m)}}{600 \times \text{Anzahl offener Düsen}}$$

$$= \text{notwendiger Brüheausstoß pro Düse (L/min)}$$

3. Schritt: Ablesen des notwendigen Drucks in der Düsentabelle

In der Einstelltabelle des Düsenherstellers ist der Ausstoß einer Düse in L/min in Abhängigkeit vom Druck angegeben. Der dem notwendigen Brüheaustoß entsprechende Spritzdruck ist am Gerät einzustellen.

4. Schritt: Kontrolle der ausgebrachten Brühemenge

Einen Probelauf des randvoll mit Wasser gefüllten Gerätes im Stand für eine definierte Zeitspanne (z. B. 2 Minuten) durchführen. Die fehlende Wassermenge mit Maßgefäß auffüllen und zwischen berechnetem und tatsächlichem Brüheaustoß vergleichen. Gegebenenfalls Druck korrigieren.

Beispiel: In einer Anlage mit 1,95 m Gassenbreite sollen bei Befahrung jeder Gasse 600 L/ha ausgebracht werden. Dabei sollen 8 Düsen geöffnet sein

1. Schritt: Teststrecke: 100 m, benötigte Zeit: 60 s

$$\frac{100 \text{ m} \times 3,6}{60 \text{ s}} = 6 \text{ km/h}$$

Die tatsächliche Fahrgeschwindigkeit im gewünschten Gang liegt bei 6 km/h.

2. Schritt: gewünschter Brüheaustoß 600 L/ha, Gassenbreite 1,95 m

$$\frac{600 \text{ L/ha} \times 6 \text{ km/h} \times 1,95 \text{ m}}{600 \times 8} = 1,46 \text{ L/min}$$

Das Gerät soll pro Düse 1,46 L/min ausstoßen

3. Schritt: In einer Düsentabelle finden sich z. B. folgende Angaben:

L/min	1,24	1,31	1,39	1,45	1,52	1,64	...
bar	10	11	12	13	14	15	...

Im vorliegenden Fall wäre ein Druck von ca. 13 bar einzustellen

Liegt der errechnete erforderliche Brüheaustoß nicht im Leistungsbereich der Düse, so müssen entweder der Druck, die Düsengröße oder die Anzahl der offenen Düsen entsprechend variiert werden.

Stimmt bei der Ausbringung der tatsächliche Brüheaufwand nicht mit dem geplanten Brüheaufwand überein, so kann dies verschiedene Ursachen haben:

- geplante Fahrgeschwindigkeit nicht eingehalten
- starker Schlupf
- zwischen Einstellarmatur und Düsen befindliche Druckfilter oder Düsenfilter sind verstopft. In diesem Fall ist der Druck an den Düsen geringer als am Manometer angezeigt.

12.3 Fachwörter- und Abkürzungsverzeichnis

adult	ausgewachsen, geschlechtsreif
Akarizid	milbentötendes Mittel
akropetal	Mittel wird im aufsteigenden Saftstrom der Pflanze geleitet
Antagonist	Gegenwirkung z.B. zweier Substanzen oder Organismen
Apothecium	Plural: Apothecien offene, schüssel-, oder becherförmige Fruchtkörper bei Schlauchpilzen (Ascomyceten), siehe auch Perithecium
Applikation	Anwendung eines Pflanzenschutzmittels
Atemgift	Mittel wirkt über die Atmungsorgane
B	Abkürzung für das chemische Element Bor
basipetal	Mittel wird im absteigenden Saft der Pflanze geleitet
Berührungsgift	Kontaktgift; Mittel, das durch bloße Berührung in den Körper eindringt
biozid	Leben tötende Substanz
Botrytizid	Mittel zur Bekämpfung von Botrytis
BBA	Früher: Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, siehe JKI
BMELV	Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
BfR	Bundesinstitut für Risikobewertung, Benehmensbehörde im Zulassungsverfahren für Pflanzenschutzmittel
BVL	Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, Zulassungsbehörde für Pflanzenschutzmittel
Ca	Abkürzung für das chemische Element Calcium
Driesche	aufgelassener Weinberg
EFSA	European Food Safety Authority, Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit
Emulsion	feinste Verteilung einer Flüssigkeit in einer anderen, in der sie nicht löslich ist
eradikativ	austilgend, befallstilgend
ES	Entwicklungsstadium, siehe auch Anhang 12.1
Formulierung	Zubereitung eines Pflanzenschutzmittels (PSM); ein PSM beinhaltet neben dem Wirkstoff noch zahlreiche Begleitsubstanzen, z.B. Haftmittel, Netzmittel, Lösungsmittel u.v.a.
Fraßgift	wirkt bei fressenden Schädlingen nach Aufnahme des Mittels in den Verdauungskanal
fungistatische Wirkung	das Wachstum von Pilzen hemmende Wirkung
Fungizide	pilztötende Mittel
GHS	Global Harmonized System, Global harmonisiertes System zur Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen, Verordnung (EG) Nr. 1272/2008
Herbizide	Unkrautvernichtungsmittel
Imago, Imagines (Pl.)	geschlechtsreifes Volltier der Insekten
Indikation	Anwendungsbereich eines Pflanzenschutzmittels
Inkubationszeit	Dauer von der Infektion bis zum Sichtbarwerden des Befalls
Insektizid	insektentötendes Mittel
JKI	Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, hervorgegangen aus dem Zusammenschluss der früheren Biologischen Bundesanstalt (BBA) mit weiteren Bundesinstituten, zuständig für alle Bereiche des Kulturpflanzenbaus, Benehmensbehörde für die Bereiche Wirksamkeit, Phytotoxizität, Anwendung und Nutzen von Pflanzenschutzmitteln im Rahmen des Zulassungsverfahrens
Juvenilstadien	Jugendstadien von z. B. Insekten und Milben
K	Abkürzung für das chemische Element Kalium
kanzerogen	krebserregend
Konidien	auch Konidiosporen, ungeschlechtlich gebildete Sporen von Schlauchpilzen, die durch Umbildung von Hyphen oder an Konidiophoren (Konidienträgern) gebildet werden

Kontaktgift	siehe Berührungsgift
Kontamination	Verunreinigung mit Fremdstoffen
kurativ	therapeutische Wirkung, heilende Wirkung auf eine schon ausgebrochene Krankheit
Mg	Abkürzung für das chemische Element Magnesium
Metaboliten	Abbauprodukte von Pflanzenschutzmitteln
Mikrogramm (µg)	1 Millionstel Gramm = 1 Tausendstel Milligramm (0,001 mg)
mutagen	Eigenschaft einer Substanz, Veränderungen in den Erbeigenschaften hervorzurufen
MUFV	Ministerium für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz Rheinland-Pfalz
MWVLW	Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Landwirtschaft und Weinbau Rheinland-Pfalz
N	Abkürzung für das chemische Element Stickstoff
Nematizid	Nematoden tötendes Mittel
Nekrose	Gewebetod, Absterben von Organteilen
Ovizid	Mittel, das Eier abtötet
P	Abkürzung für das chemische Element Phosphor
Perithecium	Perithezien (Pl.): birnen-, kugel- oder flaschenförmige Fruchtkörper bei Schlauchpilzen (Ascomyceten)
Persistenz	chemische Stabilität eines Stoffes, Wirkungsdauer
Pestizid	Pflanzenschutzmittel
phytosanitär	pflanzengesundheitlich
phytotoxisch	pflanzenschädigend
Population	Gesamtheit aller Individuen einer Art auf einer bestimmten Fläche
prophylaktisch	vorbeugend; Mittel müssen vor der Infektion (präventiv) auf die zu schützenden Pflanzenteile gebracht werden
PSM	Pflanzenschutzmittel
Pyknidie	Fruchtkörper bei Schlauchpilzen, in denen asexuelle Sporen entstehen (Pyk-nosporen)
Resistenz	Widerstandsfähigkeit
saprophytisch	auf oder von faulenden Stoffen lebend
Suspension	schwebefähige Verteilung feinsten Teilchen einer festen Substanz in einer Flüssigkeit
synergistisch	sich gegenseitig beeinflussend im Sinne einer gesteigerten Wirkung
systemisch	innertherapeutische Wirkung; Wirkung eines Mittels nach Eindringen in das pflanzliche Gewebe und Transport in den Leitbahnen der Pflanze. Die Verteilung kann akropetal, basipetal oder in beiden Richtungen erfolgen.
teratogen	zu Missbildungen bei Embryonen und Föten führend
Tiefenwirkung	Mittel dringt in die Pflanze ein und ist dort noch wirksam
Toxizität	Giftigkeit
Toxizität, akute	durch eine einmalige hohe Dosis hervorgerufene Giftwirkung
Toxizität, chronische	durch eine längere Zeit andauernde Aufnahme kleiner Stoffmengen hervorgerufene Giftwirkung
UBA	Umweltbundesamt, Einvernehmensbehörde im Zulassungsverfahren für Pflanzenschutzmittel
Wartezeit	Zeit zwischen letzter Anwendung eines Pflanzenschutzmittels und der Ernte. Dadurch soll die Überschreitung der zulässigen Höchstmenge eines Stoffes auf den Trauben verhindert werden.



Rheinland-Pfalz

Dienstleistungszentrum
Ländlicher Raum
Rheinland-Pfalz

**Institut für Phytomedizin
Breitenweg 71
67435 Neustadt/Weinstraße**

**www.dlr-rheinpfalz.de
E-Mail: phytomedizin@dlr.rlp.de**