

„OPTIMIERUNG DER PERONOSPORA, *PLASMOPARA VITICOLA* BEKÄMPFUNG IM ÖKOLOGISCHEN WEINBAU- PFLANZENBAULICHE MASSNAHMEN, KUPFERREDUZIERUNG, EINSATZ VON KUPFERALTERNATIVEN“

Die Blattfall- oder Lederbeerenkrankheit, wie die Rebenperonospora noch bezeichnet wird, stellt für den ökologischen Weinbau die am schwierigsten zu bekämpfende Pilzkrankheit dar. Alle Sorten der Europäerreben sind anfällig und besitzen keine bis sehr geringe eigene Abwehrkraft gegen diesen Pilz. Amerikanerreben und interspezifische Kreuzungen weisen unterschiedlich starke Resistenz oder Widerstandskraft gegenüber dem Erreger auf. Von dem Pilz können alle grünen Rebeile wie Blätter, Triebspitzen, Gescheine, Traubengerüst und junge Beeren befallen werden.

Krankheitsbild und Infektionsbedingungen

Der Pilz überwintert im abgefallenen Reblaub als Dauerspore. Diese Oosporen (Eisporen) keimen im Frühjahr bei ausreichender Durchnässung des Bodens und einer Tagesmindesttemperatur von 8°C mit einer Primärsporangie aus. Eine erfolgreiche Bodeninfektion setzt die Keimung der Oosporen an der Bodenoberfläche sowie kräftige Regenfälle (10mm in drei Tagen) und Winde voraus, die die Zoosporen auf die Blätter oder Gescheine verbreiten. Die Blätter müssen im Durchmesser größer als 5 cm sein (ab dem 3 Blatt-Stadium) und es muss nach der erfolgten Kontamination 5 Std. Blattnässe herrschen.

Je stärker die Niederschläge und je weiter die Gescheine entwickelt sind (BBCH 57), desto höher ist die Gefahr von starken Gescheins- oder Beereninfektionen mit erheblichen Ertrags- und Qualitätseinbußen. Der Befall durch *P. viticola* macht sich unter normalen Bedingungen zuerst am Laub durch die Bildung der Ölflecke bemerkbar. Nach dem Auftreten von Ölflecken kommt es bei feucht warmer Witterung zum Ausbruch eines weißen Pilzrasens auf der Blattunterseite (Abb.1; 2). Die so gebildeten Sommersporangien werden mit dem Wind auf andere Rebeile übertragen und führen bei Vorhandensein von tropfbar flüssigem Wasser zu einer erneuten Infektion. Werden die Gescheine befallen verfärben sich diese gelblich braun und verkümmern. Die größte Gefahr die der Pilz darstellt, beruht auf dem Befall der Gescheine und der jungen Beeren sowie des Stielgerüsts (Abb. 3).

Die klimatischen Bedingungen für die Sporulation (Ausbruch) sind:

- Rel. Feuchte > 95% r.F. (Regen oder Tau)
- Temperatur zu Beginn der Feucht-/Dunkelphase > 11,5°C
- Temperaturmittel in der Ausbruchperiode 22° - 5° > 8°C
- Dunkelheit (22° - 5°)

Je höher die Temperaturen und je länger die Nässeperiode, desto intensiver ist die Infektion!! Für die erneute Infektion durch die Zoosporen bedarf es eines geschlossenen Wasserfilmes von mindestens 4 Stunden.

Der kritischste Zeitpunkt für die Peronosporainfektion ist von Entwicklungsstadium 57 – Gescheine voll entwickelt bis Stadium 75 – Beeren sind erbsengroß. In diesem Zeitraum ist ein kontinuierlicher Spritzbelag notwendig, da einerseits ein starkes Wachstum vorherrscht andererseits die Gescheine bzw. Beerchen durch das Abwerfen der Blütenköpchen ungeschützt sind. Hohe Luftfeuchtigkeit, Tau sowie Niederschläge können in dieser Zeit zu erheblichen Infektionen führen.

Bekämpfungsmöglichkeiten:

Unter Berücksichtigung der Faktoren: geringe bis keine natürliche Widerstandskraft gegen den Schaderreger sowie witterungs- und entwicklungsabhängige Sensibilität für eine Infektion ist auch unter ökologischen Weinbaubedingungen ein intensiver vorbeugender Pflanzenschutz notwendig.

Zu den vorbeugenden pflanzenbaulichen Maßnahmen zählen eine optimale Laubwandgestaltung mit der zeitgerechten Entfernung von Doppel- und Kümmertrieben sowie dem Ausbrechen überschüssiger Triebe. Alle Laubarbeiten, die zu einer lockeren, luftigen und schnell abtrocknenden Laubwand führen reduzieren damit die Infektionsbedingungen für den Pilz. Gerade das termingerechte Heften der Triebe hat sich in den letzten Jahren als ein wesentliches Element in der Bekämpfung von Peronospora erwiesen.

Als weitere vorbeugende Maßnahme kann die Erhöhung der mikrobiologischen Aktivität am Boden durch Kompostgaben, Kompostteespritzungen sowie die Behandlung mit den biologisch dynamischen Hornmist- und Fladenpräparaten in Kombination mit einer Schachtelhalmtteespritzung aber auch eine Bodenbehandlung mit Kanne Ferment Getreide flüssig angesehen werden. Die höhere biologische Aktivität am Boden bedingt eine höhere Population an mikrobiellen Antagonisten, die in der Lage sind die auskeimenden Oosporen abzutöten. Ebenso hat sich eine Bodenabdeckung mit Stroh wie auch eine vielartige Begrünung als infektionshemmend erwiesen. Durch die Bodenbedeckung ist die Spritzintensität der Regentropfen reduziert und somit das Überspringen des Schaderregers auf die Blätter oder die Gescheine gehemmt. Umgekehrt kann eine notwendige Bodenbearbeitung zur Reduzierung der Wasser Konkurrenz allerdings auch zur Übertragung der am Boden gekeimten Oosporen auf die Laubwand beitragen, besonders dann wenn bei stärkerem Wind mit der Bodenbearbeitung Staub aufgewirbelt wird.

Als mittel- bis langfristige Bekämpfungsstrategie ist der Anbau von pilzwiderstandsfähigen Rebsorten anzusehen, die mit sehr wenig bis keinem Pflanzenschutz auskommen (Abb.4 und 5). Es muss allerdings darauf geachtet werden, dass diese Sorten keine Widerstandskraft gegen Roten Brenner, Schwarz- oder Weißfäule besitzen und in diesem Falle auch eine ausreichende Bekämpfung notwendig werden kann.

Neben den indirekten Bekämpfungsmaßnahmen kommt dem Einsatz von Pflanzenschutz- und Pflanzenpflegemitteln eine große Bedeutung zu.

Für die direkte Bekämpfung von *Peronospora* sind die Nutzung von Prognoseverfahren und Witterungsdaten zur genauen Terminierung sowie eine optimale Applikationstechnik und Anlagerung der Mittel ein wesentlicher Erfolgsbestandteil.

Als Pflanzenschutzmittel gegen *Peronospora* stehen dem ökologischen Weinbau nur Kupferpräparate zur Verfügung. Bei den in Europa zugelassenen Kupferpräparaten handelt es sich um Kupferoxychlorid, Kupferhydroxid, Kupferoxid, Kupfer-Octanoat sowie dreibasisches Kupfersulfat mit unterschiedlichen Gehalten an Rein-Kupfer. In Deutschland sind aktuell nur noch Kupferhydroxid als Cuprozin® fl. mit 2 maliger Anwendung nach der Blüte sowie Kupfer-Octanoat als Cueva® mit bis zu 10 Applikationen zugelassen. Für Funguran gilt mit diesem Jahr das Ende der Aufbrauchsfrist.

Das Schwermetall Kupfer reichert sich jedoch in den Böden an, da der pflanzliche Entzug im Verhältnis zum Kupfereintrag durch Pflanzenschutzmittel keine nennenswerte Rolle spielt und Kupfer bis zur Mitte letzten Jahrhunderts in nicht unerheblichem Maße von 20 – 30 kg / ha und Jahr als Kupfersulfat ausgebracht wurde. Im Boden können höhere Kupferkonzentrationen bei niedrigem Boden-pH-Wert ($\text{pH} < 4,5$) und geringem Humusgehalt toxisch auf Bakterien, Algen, Rhizobien, Regenwürmer und Pflanzenwurzeln sein. Verantwortlich für die Kupfertoxizität ist das bioverfügbare Cu^{++} - Ion. In Rebschulen und Junganlagen können durch erhöhte Kupfergehalte in humusarmen, sandigen Böden erhebliche Entwicklungsstörungen an den Jungpflanzen auftreten. Kupfer kann toxisch auf Algen, Fische und Wasserflöhe wirken, wenn es als freies Ion in Gewässer gelangt.

Aus den dargestellten Problemen der Kupferanwendung wurde von den Verbänden des ökologischen Weinbaus in Deutschland, Österreich und der Schweiz im Gegensatz zu den Mittelmeerländern schon früh die Aufwandmenge von Rein-Kupfer auf 3 – 4 kg pro ha und Jahr beschränkt. Diese Aufwandsbegrenzung erfordert ein genaues Anwendungsmanagement, um für die kritischen Befallszeiträume um die Blüte wie auch für die Abschlussbehandlung ausreichende Kupfermengen zur Verfügung zu haben. In der EU – Verordnung 889/2008 zum ökologischen Landbau ist die Kupfermenge auf 6 kg/ha und Jahr (30 kg im 5jährigen Durchschnitt) begrenzt, die auch für Nicht-Verbandsbetriebe als max. Obergrenze gilt. Mit der Listung von Kupferpräparaten (als Kupferoxychlorid, Kupferhydroxid, Kupferoxid, sowie dreibasisches Kupfersulfat und Bordeaux-Brühe) in Annex 1 der VO 91/414 für die nächsten 7 Jahre ist eine weitere deutliche Reduzierung der Kupferaufwandmengen pro ha und Jahr vorgesehen. Kupfer-Octanoat ist nicht im Annex 1 gelistet und steht damit womöglich in naher Zukunft nicht mehr als brauchbares Kupferpräparat, gerade auch im Hinblick auf Minimierungsstrategien, zu Verfügung.

Für den ökologischen Weinbau in Deutschland gab es mit Funguran® und Cueva® keine Begrenzung in der Anzahl der Behandlungen, dafür aber in der auszubringen Kupfermenge pro ha und Jahr. Da Funguran wegfällt und Cuprozin® fl. zur Zeit nur 2x nach der Blüte ausgebracht werden darf, kann es zukünftig zu großen Problemen in der *Peronospora*-Bekämpfung kommen. Um diese Lücke zu schließen führt ECOVIN Bundesverband Ökologischer Weinbau zusammen mit der Fa. Spieß-Urania einen Ringversuch zur erweiterten Zulassung von Cuprozin mit bis zu 10 Applikationen bei reduzierter Kupfergesamtmenge von 2,5 kg / ha und Jahr durch. Bei der Applikation von Kupferpräparaten ist generell auf die Anwendungsbestimmungen hinsichtlich Verlustminderung sowie Abstandsregelungen zu achten.

Um mit der geringen Kupferaufwandmenge einen ausreichenden Schutz der Rebe gegen *Peronospora* zu erzielen und gleichzeitig die Kupfermenge weiter zu reduzieren werden alternative Pflegemittel sogenannte „Pflanzenstärkungsmittel“ eingesetzt.

In den letzten 20 Jahren wurden neben den Kupferpräparaten eine Vielzahl von Produkten auf der Basis von Pflanzenextrakten, Komposttees oder Mikro-Organismen unter Laborbedingungen mit zum Teil sehr guten Ergebnissen getestet (Tab.1). Sobald diese Mittel aber unter Freilandbedingungen oder an mehrjährigen Topfbreben mit Gescheinen und Trauben getestet werden ist die Wirkung in der Mehrzahl ungenügend.

Von all den getesteten Pflanzenstärkungsmitteln haben sich in den letzten Jahren die schwefelsauren Tonerdepräparate Myco-Sin VIN sowie Ulmasud sowie die Phosphonat- haltigen Präparate z.B. Frutogard oder Alginure Bio-Schutz als sehr brauchbar und wirkungsvoll erwiesen.

Tab 1. Liste der gegen Peronospora, *Plasmopara viticola*, getesteten Präparate:

- Kupfer – oxychloride (Funguran, Cuprofor), dreibasisches Kupfer-Sulfat (Cuproxtat, Kupferol)
- Kupfer-hydroxide (Cuprozin fl., Kocide)
- Kupfer-octanoat (Cueva)
- Myco-Sin, Myco-Sin VIN
- Ulmasud
- Verschiedene Gesteinsmehle (Phorphyr, Basalt, Granit)
- Propolis
- Ökofluid, Frutogard (Kalium-Phosphonat)
- Kompostextrakte (Pferdemist, Kuhmist)
- Pflanzenextrakte (z.B. Schachtelhalm -*Equisetum arvense*; Kan. Goldrute -*Solidago canadensis*; Rharbarber-*Rheum rhabarbarum*; Weidenrinde-*Salix alba*; Efeu - *Hedera helix*; Salbei- *Salvia officinalis*; *S. fruticosa*; Thymian *Thympra specicata*, Waschnuss- *Sapindus mukorossi*)
- Mikrobiologische Antagonisten (i.e. *Erwinia herbicola*)

(Berkelmann-Löhnertz, B. et al 2008; Häseli, A. 1995; Heibertshausen, D. et al. 2005; Hofmann, U. 1987, 2000, 2004; Kast, W. 1996, 2002; Kauer, R. et al 2002; Ketterer, N. 1990; Sackenheim, R. et al. 1990; Schmitt, A. 1998, Schildknecht, H. 1981; R. et al. 1990; Tilcher, R. 1996; Tilcher, R. et al 2002; Vanhaelen, M.& Vanhaelan-Fastre, 1979; Weltzien, H.C. & Ketterer, N. 1986; Yegen, O. 1992)

Die Wirkung von Frutogard oder Alginure-Bio-Schutz basiert auf der Auslösung der pflanzeigenen Widerstandskraft der Rebe gegen Peronospora. Diese Widerstandskraft beruht auf einer prä-infektionellen Bildung von Phytoalexinen (erhöhte Bildung von Stilbenen - Resveratrol) sowie der Bildung von „Abwehr-Proteinen“, Callosebildung an den Spaltöffnungen und der pflanzlichen Produktion von Wasserstoff-Peroxid H₂O₂ auf dem Blatt in unmittelbarer Nähe zur Pilzinfektion. Die Callosebildung wie auch die Produktion von H₂O₂ verhindert das Eindringen des Pilzes in die Spaltöffnung und die Phytoalexine verhindern zusätzlich die weitere Ausbreitung und Entwicklung schon eingedrungener Pilzsporen in der Pflanze.

Für die Peronosporabekämpfung im ökologischen Weinbau können die in Tab. 2 dargestellten Strategien, je nach Infektionsbedingungen als Rechen herangezogen werden. Je nach Witterung und den Infektionsbedingungen kann zwischen einer Bekämpfungs-Strategie mit geringem und einem hohen Befalls-Risiko gewählt werden.

Tab. 2: Pflanzenschutzstrategien gegen Peronospora (*Plasmopara viticola*) im ökologischen Weinbau.

(Trioli, G.; Hofmann, U. 2009)

kein Risiko	geringer Infektionsdruck	hoher Infektionsdruck
Pflanzung von toleranten, resistenten Rebsorten (<i>PIWI</i>).	<i>Trockenheit</i> , kaum Regen, keine Taubildung oder längere Blattbenetzung, <i>Luftfeuchtigkeit</i> < 40% <i>Tagestemperatur</i> > 30° <i>Nachttemperatur</i> < 10°	<i>Feuchte und warme Witterung, hoher oder permanenter Niederschlag mit Blattnässe, Tau, Luftfeuchtigkeit</i> >95% <i>Tagestemperatur</i> < 30° <i>Nachttemperatur</i> > 20°
Nutzung Wetter- und Prognoseverfahren Optimal Laubarbeit	<i>Späte Primärinfektion (nach der Blüte)</i> Nutzung Wetter- und Prognoseverfahren Optimal Laubarbeit	<i>frühe Primärinfektion</i> Nutzung Wetter- und Prognoseverfahren Optimal Laubarbeit
Zwei Behandlungen mit geringer Kupfermenge oder Myco-Sin VIN vor und nach der Blüte	Applikation jede 2. Zeile bis zur Blüte Behandlung mit geringen Kupfermengen (50 – 150 g Cu/ha pro Behandlung) oder Myco-Sin VIN 1-2 Applikationen mit Kaliumphosphonate bis Stadium BBCH 68 Nachblütebehandlungen mit geringen Kupfermengen von bis zu 300 g Cu/ha oder Myco-Sin VIN Abschlussbehandlung mit 500 g Cu/ha	Applikation jede Zeile, wöchentliche Behandlung mit höheren Kupfermengen (200 – 500 g Cu/ha pro Behandlung), 3 Applikationen mit Kaliumphosphonat bis Stadium BBCH 68 Max. Kupfermenge: 3 bzw. 6 kg Cu/ha (15 / 30 kg im Ø von 5 Jahren) max. einmalige Applikation mit bis zu 1 kg Reinkupfer

Versuchsergebnisse aus dem BÖW- Ringversuch 1990 - 2003

Im Zeitraum 1990 bis 2003 wurden gegen Peronospora im Rahmen eines Ringversuches neben Kupfer in sehr geringen Aufwandmengen (50 – 100 g Rein-Kupfer im Vorblütbereich, 250 – 500 g im Nachblütbereich) die beiden Tonerdepräparate Ulmasud und Myco-Sin sowie jeweils verbesserte Formulierungen Myco-Sin VIN und Kombinationen mit zweimaliger Kupferanwendung im Vergleich zu unbehandelt in insgesamt 326 Versuchen auf 14 Standorten in Deutschland getestet. In den 13 Jahren traten sowohl Jahre mit sehr geringem Befall an Peronospora wie auch Jahre mit Totalbefall auf.

In der Tab. 3 wird ein Überblick über die Befallshäufigkeit an den Trauben gegeben. Es zeigt sich, dass sich im Mittel der Jahre der Befall mit Peronospora durch die geringen Kupfermengen wie auch die Tonerdepräparate unter 40% einpendelt, dass aber in Befallsjahren kein ausreichender Erfolg gegeben ist. Selbst 40% Befall ist für einen wirtschaftlichen Erfolg nicht ausreichend und wird von der Praxis des ökologischen Weinbaus auch nicht akzeptiert, so dass an weiteren Optimierungen zum richtigen Kupfereinsatz, Kupferformulierungen sowie weiteren alternativen Präparaten gearbeitet werden muss.

Tab. 3: Befallshäufigkeit in % der durch Peronospora befallenen Trauben im BÖW - Ringversuch 1990 – 2003

Varianten	Anzahl Versuche	Mittelwert Befall %	Maximum	Minimum
Kupfer -oxychlorid Ø < 3 kg Cu / ha	175	28,7	90,5	0
Kupfer-octanoat Cueva < 2kg Cu / ha	5	32,5	70	0
Myco-Sin	27	33,0	89	0
Myco-Sin VIN	32	30,5	89	0
Ulmasud	12	33,5	87	0
Ulmasud 2X Kupfer (1,5 –2 kg/ha)	25	26,8	51	0
Unbehandelt	50	85	100	10

Seit 1998 wird der Frage nach der Wirkung von unterschiedlichen Kupferpräparaten (Kupferoxychlorid: 18%, 50% Kupferanteil, flüssig Formulierung, Kupferhydroxid, Kupferoctanoat sowie Kupferpräparate in Verbindung mit Alginaten und Phosphonaten) in sehr geringen Aufwandmengen, wie im ökologischen Weinbau üblich, untersucht. Gleichzeitig wurden die zwei Tonerdepräparate Ulmasud und Myco-Sin in verschiedenen Formulierungen weiter getestet. Es hat sich gezeigt, dass unter den Kupferpräparaten zum Einen die Flüssig-Formulierungen sowie das Kupferhydroxid bei gleicher Aufwandmenge von Rein-Kupfer bessere Wirkungen erzielten. Das Kupferpräparat Cueva (Kupferoctanoat) hatte bei deutlich geringeren Kupferaufwandmengen (1,5 – 2 kg Cu) vergleichbar gute Wirkungen wie das Kupferoxychlorid erzielt. Die Wirkung der unterschiedlichen Kupferformulierungen basieren auf der physikalischen Kristallstruktur der Kupferverbindungen (Abb. 6 und 7)

Versuchsergebnisse aus dem BÖL- Ringversuch 2004 - 2008

Von 2004 – 2008 wurden in einer weiteren Versuchsreihe bei unterschiedlichen Rebsorten und Infektionsbedingungen neue Kupferformulierungen mit deutlich geringerem Kupferaufwand/ha gegen Peronospora getestet. In der Tab. 4 sind die verschiedenen Versuchsvarianten für die Jahre 2004 – 2008 dargestellt.

Tab. 4: Versuchsprogramm BÖL- 2004 – 2008 mit den unterschiedlichen Versuchsvarianten.

Jahr	Variante 1	Variante 2	Variante 3
2004	Cuprozin fl.® (Kupfer-hydroxide) Frutogard® (Algenextrakt mit Kalium- Phosphonat)	Kupfer 450 FW® (Kupfer-oxychloride)	Myco-Sin VIN® (schwefelsaure Tonerde Al-sulfat) Cuprozin fl.®
2005	Cuprozin fl.® Algin Biovital®	Neue Kupfer-hydroxide Formulierung	Myco-Sin VIN® Cuprozin fl.®
2006	Cuprozin fl.® Algin Biovital®	Neue Kupfer-hydroxide Formulierung	Myco-Sin VIN ® Kendal® Cuprozin fl.®
2007/ 2008	Cuprozin fl.® Frutogard®	Neue Kupfer-hydroxide Formulierung	Myco-Sin VIN ® Kendal® Cuprozin fl.®

In den 4 Untersuchungsjahren trat außer 2005 (Gescheinsperonospora in allen Regionen) nur in der Versuchsanlage Württemberg stärkerer Peronosporabefall auf. In der Tab. 5. Sind die Ergebnisse für die Jahre 2006 und 2007 dargestellt. 2008 konnte aufgrund eines Totalschadens infolge eines Hagelschlags keine Auswertung vorgenommen werden

Tab. 5: Traubenbefall durch Peronospora in den Versuchsanlage Korb 2006/2007

	Varianten	N°. App.	Befallshäufigkeit %	Befallsstärke %	Kupfermenge in kg/ha
2006	Cuprozin® fl. 0,05%	10	50,0	15.5	1.8
	Algin Biovital® III, neue Kupfer-hydroxide formulierung 0,1%	10			
	Myco-Sin VIN® 0,5%	9	50.0	15.8	1.2
	Kendal® 1% Cuprozin® fl.	9 1	50.0	15.,8	0.6
2007	Cuprozin fl. 0,05%	11	18.0	11.8	1.9
	Frutogard ® 1%	3			
	neue Kupfer-hydroxide formulierung 0,1%	11	47.0	16.7	1.9
	Myco-Sin VIN® 0,5% Kendal ® 1%	11 11	76.0	24.3	0.0

In der Versuchsanlage Korb führten die Primärinfektionen im Jahr 2007 Ende Mai durch die deutlich höheren Niederschlagsmengen im Stadium Abgehende Blüte, Fruchtansatz zu stärkeren Infektionen an den Beeren. Bedingt durch die höheren Niederschläge im Juni und Juli (Abb.8) konnte sich insbesondere im Versuchsglied 3 Myco-Sin VIN / Kendal verstärkt Peronospora über das Stielgerüst auf den Trauben ausbreiten. Auch zeigte sich ein stärkerer Befall an den Blättern. In der Tabelle sind die Befallswerte für den Standort Korb dargestellt. Das beste Ergebnis wurde in der Variante 1 der Kombination aus durchgehend Kupferhydroxid Cuprozin fl. 0,05% mit dreimaliger Anwendung von Frutogard (Algenpräparat mit Phosphoriger Säure) bis Stadium 68 (abgehende Blüte) mit 18 % Befallshäufigkeit und 12% Befallsstärke ermittelt. In der Variante 3 Myco-Sin VIN kam es zu einem stärkeren Befall von 76 % bei einer Befallsstärke von 24,3 %. Die sehr deutlichen Unterschiede im Befall der Trauben durch Peronospora im Jahr 2007 gegenüber den vorangegangenen Jahren kann auf den Einsatz von Frutogard in der kritischen Phase der Blüte (Einsatz bis Stadium 68 – abgehende Blüte) zurückgeführt werden.

Zusammenfassung

Die Ergebnisse der Jahre 2004 – 2008 aus den Pilotbetrieben lassen den Schluss zu, dass unter **schwachen - mittleren** Infektionsbedingungen für *Peronospora* sowohl mit geringen Kupferaufwandmengen von 1,6 bis 1,8 kg pro ha und Jahr sowie einer durchgehenden Myco-Sin VIN / Kendal Behandlung mit maximal einer Kupferapplikation als Abschluss-spritzung eine für die Praxis ausreichende biologische Wirksamkeit gegen *P. viticola* erzielt werden konnte. Unterschiede zwischen den Versuchsgliedern konnten nicht festgestellt werden.

Bei **mittlerem – stärkerem** Infektionsdruck durch *P. viticola* wie in den Jahren 2006 und 2007 in der Versuchsanlage Korb aufgetreten, zeigten die eingesetzten Präparate nur noch bedingt Wirkung. Die Befallshäufigkeit lag zwischen 18 - 76 % mit einer Befallsstärke von 12 bis 24%.

Der höchste Befall wurde in der Variante Myco-Sin VIN / Kendal festgestellt. In den Varianten mit geringen Kupfermengen zeigten sich ebenfalls stärkerer Blatt- wie auch Traubenbefall durch *Peronospora*. Ein ausreichender Bekämpfungserfolg gegen *Peronospora* im Ökologischer Weinbau ist bei stärkerem Infektionsdruck mit den geringen Kupferaufwandmengen wie auch mit dem Pflanzenstärkungsmittel Myco-Sin VIN alleine nicht erfolgreich zu erzielen.

Unter stärkeren Infektionsbedingungen insbesondere bei länger anhaltenden Regenperioden wird es zur Qualitäts- und Ertragssicherung der Trauben notwendig den Kupfergehalt je Applikation zu erhöhen.

Nach den heutigen Erkenntnissen ist bei stärkerem Infektionsdruck durch *Plasmopara viticola* eine **Reduzierung der Kupfermenge unter die 3 kg/ha und Jahr** ohne Kombination mit einem phosphithaltigen Stärkungsmittel **nicht möglich**.

Und selbst bei einem sehr starken Infektionsdruck wird die Kupfermenge von 6 kg/ ha (EU VO 889/2008) nur in Kombination mit Kalium-Phosphonat haltigen Stärkungsmittel zu erreichen sein.

Unter Berücksichtigung der Witterungs- und Infektionsdaten wäre bei nicht erfolgter Behandlung ein stärkerer Befall bzw. ein Totalbefall aufgetreten.

Danksagung

Das Projekt wurde finanziert vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV, Bonn, Germany) im "Bundesprogramm Ökologischer Landbau", Project Nr.:514-43.10/03OE572.

Danke an die teilnehmenden Pilotbetriebe für die optimale Zusammenarbeit: : Weingut Andreas Wöhrle, Bockenheim; Weingut Klaus & Susanne Rummel, Landau-Nussdorf; Weingut Hermann Schmalzried, Korb; Weingut Heyl zu Herrnsheim, Nierstein.

Literaturangabe

Berkelmann-Löhnertz, B.; Heibertshausen, D.; Baus-Reichel, O.; Hofmann, U.; Kauer, R (2008): Ohne Kupfer geht es nicht- Status quo im ökologischen Weinbau nach vier Jahren BÖL-Verbundprojekt. In: Reports from the JKI (BBA) – Plantprotection in organic farming – 10th workshop in Berlin, **142**, pg 17-20

Heibertshausen, D.; Hofmann, U.; Berkelmann-Löhnertz, B.: *Ökoweinbau: Optimierung des Rebschutzes*; Der Deutsche Weinbau Nr. 8 (2005); 32-35

Hofmann, U. (1987): Pflanzenschutz einmal anders – Weinwirtschaft Anbau, Heft 10, pg 14-15

Hofmann, U. (2000): Kupferproblematik und *Peronospora*-Bekämpfung im ökologischen Weinbau. Weinbau-Jahrbuch 2000, Ulmer-Verlag, pg 73-78

Hofmann, Uwe (2002) Copper reduction and copper replacement - results and experiences of 12 years of on farm research [Verringerung der Kupferaufwandmenge und Kupferersatz - langjährige Erfahrungen in praktischen Betrieben]. Beitrag präsentiert bei der Konferenz: 10th International Conference on Cultivation Technique and Phytopathological Problems in Organic Fruit-Growing and Viticulture, Weinsberg / Germany, S. 181-184. <http://orgprints.org/00002179>

Hofmann, U. (2003): Kupferreduzierung und Kupferersatz im ökologischen Weinbau – Ergebnisse aus dem BÖW Ringversuch. In: Berichte aus der BBA – Pflanzenschutz im Ökologischen Landbau, Heft **118**, pg 27-37

Kast, W.K. (1996): Untersuchungen zur Wirksamkeit sehr geringer Kupfermengen gegen *Plasmopara viticola* im Weinbau. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. **48**, pg 63-65

Kast, W.K. (2002): Effects of plant extracts on downy mildew of vine-laboratory and field experiments. In: 10th International Conference on Cultivation Technique and Phytopathological Problems in Organic Fruit-Growing and Viticulture, Weinsberg / Germany, pg 157 - 162

Kauer, R. (2003): Sicherheit durch phosphorige Säure. Das Deutsche Weinmagazin **12**, pg 24 – 27

Kauer, R.; Berkelmann-Löhnertz, B.; Uhl, J.; Schmidt, M.; Wolff, M. (2002): Ökologischer Weinbau in Deutschland – Feldversuche und praktische Erfahrungen zur Kupferreduzierung. In: Reports from the BBA – Plantprotection in organic farming – 7th workshop in Berlin, **53**, pg. 38 – 43

Ketterer, N. (1990): Untersuchungen zur Wirkung von Kompost-Extrakten auf den Blattbefall der Kartoffel und der Tomate durch *Phytophthora infestans* sowie auf den Befall der Weinrebe durch *Plasmopara viticola*, *Pseudospeziza tracheophila* und *Uncinula necator*. PHD Thesis Uni. Bonn

Sackenheim, R.; Weltzien, H.C.; Kast, W.K.; Ketterer, N. (1990): Untersuchungen zur Wirkung von Kompostextrakten auf pilzliche Schaderreger; Mitt. BBA; **226**, pg 219

- Schildknecht, H. (1981): Reiz- und Abwehrstoffe höherer Pflanzen – ein chemisches Herbarium. Angew. Chemie, **93**, pg 164 – 183
- Schmitt, A. (1998): Biologische Wirkung und Einsatzmöglichkeiten von Pflanzenstärkungsmitteln für den ökologischen Landbau. In: Reports from the BBA – Plantprotection in organic farming – 1st workshop in Berlin, **50**, pg 14-15
- Tamm, L.; Fuchs, J.G.; Böger, N.; Mühletaler, L.; Amsler, A.; Levite, D. and Häseli, A. (2004) Eigenschaften von Tonerdepräparaten: Erfahrungen aus der Schweiz [Properties of acidified clay preparations: the Swiss experience]. Paper presented at Internationales Symposium für ökologischen Weinbau. Intervitis Stuttgart, Stuttgart, 12.-13. Mai 2004, pg 27-36.
- Tamm, Lucius; Amsler, Thomas; Schaerer, Hansjakob; Léville, Dominique und Häseli, Andreas (2006) [Current downy mildew control strategies in Swiss organic vineyards](#). Beitrag präsentiert bei der Konferenz: Joint Organic Congress, Odense, Denmark, May 30-31, 2006.
- Tilcher, R. (1996): Untersuchungen zur biologischen Bekämpfung des Falschen Mehltaus der Rebe (*Plasmopara viticola* (Berk & Curt.) Berl. et de Toni) durch bakterielle Antagonisten, PH D Thesis Uni. Göttingen
- Tilcher, R.; Schmidt, C.; Lorenz, D.; Wolf, G.A. (2002): About the use of antagonistic bacteria and fungi. In: 10th International Conference on Cultivation Technique and Phytopathological Problems in Organic Fruit-Growing and Viticulture, Weinsberg / Germany, pg 142-145
- (Trioli, G.; Hofmann, U. (2009): Code of good organic viticulture and wine-making (ORWINE-results) im Druck (5 sprachig)
- Weltzien, H.C. & Ketterer, N. (1986): Control of downy mildew (*Plasmopara viticola* (Berk & Curt.) Berl. et de Toni), on grapevine leaves through water extracts from composted organic wastes. J. Phytopathology, **116**, pg 186-188
- Vanhaelen, M. & Vanhaelen-Fastre (1979): Propolis.- 1. Origine, Micrographie, Composition, Chimique et Activité Thérapeutique. J. Pharm. Belg. **34**, pg 253-259
- Yegen, O.; Berger, B.; Heitefuss, R. (1992): Investigation on the fungitoxicity of extracts of six selected plants from Turkey against phytopathogenic fungi. J. of Plant Disease and Protection, **99**, pg 349-359