

Inhaltsverzeichnis	Seite
Vorwort (S. Kühne).....	4
Zulassung von schwefelhaltigen Pflanzenschutzmitteln .....	
Verbleib und Auswirkungen schwefelhaltiger Pflanzenschutzmittel in der Umwelt (R. Winkler, B. Stein).....	5
Anwendung von schwefelhaltigen Pflanzenschutzmitteln - Indikationen, Ersetzbarkeit, Nachhaltigkeit (G. Kral, R. Forster).....	13
<b>Obstbau .....</b>	<b>15</b>
Die Anwendung von Schwefel im integrierten und ökologischen Obstbau in Norddeutschland (G. Palm, K. Klopp).....	15
Zum Einsatz von Netzschwefel im ökologischen Obstbau (J. Kienzle) .....	20
Einsatz von Netzschwefel im ökologischen Obstbau - ein Praxisbericht (D. Augustin).....	22
Alternativen zur Netzschwefel-Anwendung im ökologischen Obstbau? Stand der Forschungsarbeiten (B. Pfeiffer) .....	24
<b>Weinbau .....</b>	<b>30</b>
Einsatz von Schwefel im biologischen Weinbau, Chancen und Notwendigkeiten, gibt es Alternativen? (U. Hofmann) .....	30
Schwefeleinsatz im ökologischen und integrierten Weinbau - aktuelle Situation und Ergebnisse zu Schwefelreduzierungsstrategien (B. Berkelmann-Löhnertz, R. Kauer).....	38

## Vorwort

Unter dem Themenkreis „Pflanzenschutz im Ökologischen Landbau - Probleme und Lösungsansätze“ führt die BBA seit 1998 Fachgespräche zu speziellen Themen durch. Ziel ist es, geeignete Verfahren des Pflanzenschutzes bzw. auch Pflanzenschutzmittel für den Ökologischen Landbau bereitzustellen bzw. ihre Entwicklung zu fördern.

Diesmal ging es um eines der bekanntesten und ältesten Pflanzenschutzmittel überhaupt, den Schwefel. Er findet in Form von Netzschwefel im ökologischen Obst-, Wein- und Hopfenbau gegen Echte Mehltäupilze und schädliche Milbenarten eine breite Anwendung. Aber auch im Gemüse- und Zierpflanzenbau werden Schwefelpräparate als Fungizid angewendet. Die Zulassung endet für alle Präparate am 31. Dezember 2003.

Insgesamt 43 Teilnehmer aus dem Umweltbundesamt, dem Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, Vertreter der verschiedenen ökologischen Anbauverbände, das Forschungsinstitut für biologischen Landbau Berlin e.V., Vertreter der Beratungsdienste und praktizierende Obstbauer, Vertreter aus Universitäten und der Industrie diskutierten zum Thema.

Das Fachgespräch hat die Anwendungspraxis der Schwefelpräparate im Ökologischen Landbau aufgezeigt und die Unterschiede zur konventionellen Pflanzenschutzpraxis verdeutlicht. Anwesende Obst-, Wein- und Hopfenbauer haben die Bedeutung und Notwendigkeit der Anwendung von Schwefelpräparaten für den Ökologischen Landbau dargestellt.

Schwefelpräparate haben auch Nebenwirkungen auf Nützlinge, speziell Schlupfwespen. Ergebnisse zu Toxikologie und Umweltverhalten von Schwefelpräparaten liegen in noch nicht ausreichendem Maße vor. Die Industrie muss für die Zulassung weitere Daten zu Nützlingswirkungen erarbeiten.

Bei allen Beteiligten hat das Fachgespräch zu einem breiten Verständnis der Probleme geführt und gezeigt, dass Schwefelpräparate auch weiterhin ein unabdingbares Pflanzenschutzmittel für den Ökolandbau darstellen. Als Ergebnis des Fachgespräches wurde ein besserer Informationsaustausch zwischen den ökologischen Anbauverbänden und den Industrievertretern vereinbart, damit die Zulassungsanträge für Schwefelpräparate auch den Bedürfnissen der Praxis entsprechen.

PD Dr. habil. Stefan Kühne  
Institut für integrierten Pflanzenschutz

## **Zulassung von schwefelhaltigen Pflanzenschutzmitteln**

### **Verbleib und Auswirkungen schwefelhaltiger Pflanzenschutzmittel in der Umwelt**

Reinhard Winkler, Bernd Stein

Umweltbundesamt, Einvernehmensstelle Pflanzenschutzgesetz, PF 330022, 14191 Berlin

#### **1. Einleitung**

Das Umweltbundesamt (UBA) ist beim Vollzug des Pflanzenschutzgesetzes (PflSchG) - auch im Ergebnis des Gesetzes zur Neuorganisation des gesundheitlichen Verbraucherschutzes und der Lebensmittelsicherheit vom 06. August 2002 (Artikel 4 - Änderung des Pflanzenschutzrechts) - als Einvernehmensbehörde für die Vermeidung von schädlichen Auswirkungen auf das Grundwasser sowie nach dem Stand der wissenschaftlichen Erkenntnisse unvermeidbaren Auswirkungen auf den Naturhaushalt zuständig, die durch die mögliche Belastung des Bodens und Wassers oder der Luft mit Pflanzenschutzmitteln (PSM) bzw. durch PSM-Abfälle entstehen können. Auf der Grundlage der Angaben und Unterlagen von Zulassungsanträgen hat das Umweltbundesamt - unter Berücksichtigung des aktuellen Standes der Wissenschaft und der Technik - eine entsprechende Gesamtbeurteilung des aus der sachgerechten und bestimmungsgemäßen Pflanzenschutzmittel-Anwendung resultierenden Umweltrisikos vorzunehmen. Daneben fällt dem UBA eine bestimmende Funktion hinsichtlich der Festsetzung von Maßnahmen des Risikomanagements zu.

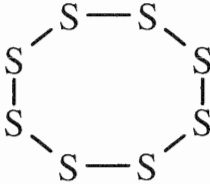
Derzeit liegen dem UBA vier Anträge auf erstmalige oder erneute Zulassung zu den jeweils 80 % Schwefel enthaltenden Präparaten „Microthiol disperss“, „Kumulus WG“, „Thiovit Jet“ und Netzschwefel Stulln“ vor. Für die drei letztgenannten Mittel laufen die Zulassungen zum 31. Dezember 2003 aus.

Aus diesem Grund ist ein Beitrag, wie das UBA Verbleib und Auswirkungen schwefelhaltiger Pflanzenschutzmittel in der Umwelt aktuell bewertet und wie die Chancen für neue Zulassungen für schwefelhaltige Mittel über das Jahr 2003 hinaus stehen, im Rahmen dieses Fachgesprächs sicherlich von Interesse.

#### **2. Stoffinhärente Eigenschaften von Schwefel**

In der Tabelle 1 sind ausgewählte Angaben zu Schwefel, einem wichtigen Element aus der Gruppe der Chalkogene, zusammengefasst. Relevante Eigenschaften werden nachfolgend noch in Zusammenhang mit dem Verhalten von Schwefel in den Umweltkompartimenten Boden, Wasser und Luft angesprochen.

**Tabelle 1: Allgemeine Eigenschaften von Schwefel**

Summenformel	S <sub>8</sub>
Strukturformel	
Molmasse	256,48
Schmelzpunkt	114 °C
Siedepunkt	444,6 °C bei 1010 hPa
Relative Dichte	2,07 kg / l
Dampfdruck	5,3 x 10 <sup>-4</sup> Pa (30 °C)
Wasserlöslichkeit	praktisch nicht löslich; 6,3 x 10 <sup>-2</sup> mg / l (25 °C)
Verteilungskoeffizient log P <sub>O/w</sub>	5,7
Hydrolysestabilität	stabil (pH 5 – 9)
Photostabilität	stabil
Thermische Beständigkeit	stabil

### 3. Ökologische Bedeutung von Schwefel

Schwefel, der an 15. Stelle der Elementhäufigkeit steht, ist auf der Erde nach Sauerstoff der wichtigste Bindungspartner chalkophiler Elemente. Gleichzeitig gehört er als notwendiger Bestandteil biologischer Systeme zum sogenannten „Periodensystem des Lebens“.

Im Durchschnitt sind jedes 3000. Atom der Erdkruste und jedes 800. Atom des menschlichen Körpers Schwefelatome. Im Körper eines Erwachsenen mit einem Gewicht von 70 kg sind ca. 150 g Schwefel enthalten. Der Tagesbedarf wird auf knapp 900 mg geschätzt. Für Mensch, Tier und Pflanzen besteht die Notwendigkeit einer ausreichenden Schwefelversorgung für stoffaufbauende und stoffwechselaktive Verbindungen.

Die ökologische Chemie des Schwefels wird davon bestimmt, dass

- \* Schwefel in zahlreichen Oxidationsstufen zwischen -2 und +6 eine Vielzahl von Verbindungen bildet und daher als Partner in vielen Redoxprozessen auftritt;
- \* in der Natur anorganische, organische und biologisch wichtige Schwefelverbindungen angetroffen werden;
- \* anthropogene Aktivitäten den globalen biogeochemischen Schwefelkreislauf, der von wesentlicher ökologischer Bedeutung ist, während der vergangenen Jahrzehnte zunehmend beeinflusst haben.

## 4. Verhalten und Verbleib von Schwefel in Boden, Wasser und Luft

### 4.1 Verhalten und Verbleib von Schwefel im Boden

Schwefel ist eine natürliche Bodenkomponente mit einem Anteil von ca. 0,2 bis 5,0 g Schwefel pro kg trockenen Boden. Im anorganischen Anteil werden primär vorkommende Mineralien in Form von Sulfaten ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) und Sulfiden ( $\text{S}^{2-}$ ) – wie z. B. Gips, Pyrit, Bleiglanz, Kupferkies, Zinkblende -, elementarer Schwefel ( $\text{S}_8$ ) sowie Thiosulfate ( $\text{S}_2\text{O}_4^{2-}$ ) und Tetrathionate ( $\text{S}_4\text{O}_6^{2-}$ ) beobachtet.

Vor allem ist Schwefel aber an die organische Bodensubstanz gebunden und in Aminosäuren (Cystin, Cystein, Methionin etc.), die von pflanzlichen und mikrobiellen Proteinen abgeleitet werden können, daneben in Schwefelsäureestern, Thioharnstoff, Glukosiden u. a. Verbindungen biologischen Ursprungs enthalten.

Je nach den Umweltbedingungen (Bodenbeschaffenheit, Temperaturverhältnisse, Bakterienbesatz etc.) erfolgt im Boden unter aeroben Bedingungen eine rasche Oxidation, d. h. Mineralisierung bis zum pflanzenverfügbaren Sulfat und unter anaeroben Bedingungen eine Reduktion bis zum Sulfid hauptsächlich über mikrobielle Prozesse. Die durchschnittliche Halbwertszeit im tätigen Boden wird mit  $< 1$  d angegeben. Die vorherrschende Oxidation erfolgt maßgeblich durch Bakterien der Gattung *Thiobacterium*, wie *Thiobacterium thiooxydans* und *Thiobacterium thioparus*, farblosen Schwefelbakterien, die die Energie für die Assimilation des Kohlenstoffs chemosynthetisch gewinnen und durch heterotrophe Mikroorganismen.

Schwefel aus anthropogener Tätigkeit wird somit sukzessive in den natürlichen Schwefelkreislauf der Umwelt eingeführt.

Noch eine Anmerkung zum **Versickerungsverhalten von Schwefel**:

Ausgehend von seinen stoffinhärenten Eigenschaften - d. h. der extrem geringen Wasserlöslichkeit der Schwefeloktaeder, hohen Affinität zu den Oberflächen des Bodens, Bindung in anorganischen Stoffen, Einbeziehung in den biotischen Metabolismus - und den damit korrespondierenden Erkenntnissen bezüglich der Mobilität und Abbaubarkeit von Schwefel im Boden sowie unter Berücksichtigung der Applikation meist auf entwickelte Pflanzenbestände ist eine Verlagerung in tiefere Bodenschichten und damit eine Kontamination des oberflächennahen Grundwassers äußerst unwahrscheinlich. Eine Grundwassergefährdung kann somit auch bei mehrfacher Anwendung ausgeschlossen werden.

### 4.2 Verhalten und Verbleib von Schwefel im Wasser

Elementarer Schwefel ist extrem hydrophob und damit praktisch wasserunlöslich (vgl. o.). Die Wasserlöslichkeit von Schwefel wird mit  $63 \mu\text{g/l}$  (pH 7;  $25^\circ\text{C}$ ) und der Verteilungskoeffizient n-Octanol-Wasser ( $\log \text{Pow}$ ) mit 5,7 angegeben. Die Schwefeloktaeder haben darüber hinaus unter normalen Umweltbedingungen in Wasser eine hohe hydrolytische und photolytische Stabilität.

Schwefel bzw. Schwefelverbindungen sind natürlicher Bestandteil aquatischer Ökosysteme und somit gleichfalls in den Schwefelkreislauf eingebunden.

In Oberflächengewässer gelangender elementarer Schwefel wird aufgrund der geringen Löslichkeit in Wasser zum überwiegenden Teil im Sediment festgelegt. Wie im Boden wird Schwefel durch enzymatische Umsetzungen in biologische Strukturen eingebaut (Aminosäuren, Proteine etc.), unter anaeroben Bedingungen zu  $\text{H}_2\text{S}$  und Sulfiden reduziert oder unter aeroben Bedingungen bis hin zur  $\text{SO}_4^{2-}$ -Stufe oxidiert.

Der letztgenannte Pfad kann normalerweise als der dominierende Abbauweg in (aeroben) Oberflächengewässern gelten. Sulfate sind nicht oder nur gering toxisch und ihr Vorkommen in natürlichen Gewässern ist so groß, dass der Schwefel, der u. U. durch schwefelhaltige Pflanzenschutzmittel eingebracht wird, von nebengeordneter Bedeutung ist.

### 4.3 Verhalten und Verbleib von Schwefel in der Luft

Schwefel hat einen Dampfdruck von  $9,8 \cdot 10^{-5}$  Pa bei  $20^\circ\text{C}$ . Versuche zum Verflüchtigungsverhalten von Schwefel auf Pflanzen- und Bodenoberflächen liegen nicht vor. Aus Untersuchungen zum Rückstandsverhalten auf Pflanzen wurde aber abgeleitet, dass die Verflüchtigung von Schwefel in den ersten 24 h nach Applikation deutlich unter 20 % liegt. Bezüglich der Verflüchtigung vom Boden ist auf Versuche zur Adsorption / Desorption zu verweisen, nach denen elementarer Schwefel bereits nach 1 h nicht mehr nachzuweisen war.

Eine relevante Verflüchtigung von Pflanzen- und Bodenoberflächen kann danach ausgeschlossen werden.

Erwähnenswert ist die photochemisch-oxidative Abbaubarkeit von atomarem Schwefel durch OH-Radikale in der Atmosphäre zu Schwefelmonoxid (SO) mit einer Halbwertszeit von 5,8 h. Für die Weiterreaktion zu Schwefeldioxid ( $\text{SO}_2$ ) beträgt die Halbwertszeit 4,6 h. Damit stellt der OH-Abbau eine effektive Senke für Schwefel in der Atmosphäre dar.

## 5. Ökotoxikologische Auswirkungen von Schwefel (Aquatik und Terrestrik)

### 5.1 Aquatische Organismen

Schwefel ist akut für Fische nur gering toxisch. Für *Oncorhynchus mykiss* (Regenbogenforelle) wurde eine  $\text{LC}_{50} > 2000$  mg/l und *Cyprinus carpio* (Karpfen) eine  $\text{LC}_{50} > 1000$  mg/l ermittelt.

Auf Algen wirkt Schwefel akut toxisch, wie z. B. eine  $\text{EC}_{50}$  von 12 mg/l für die Grünalge *Scenedesmus subspicatus* belegt.

Für Daphnien wurde in einem akuten Test eine sehr hohe Toxizität, d. h. geringe Effektkonzentration  $\text{EC}_{50}$  von 0,35 mg/l für *Daphnia magna* ermittelt. Der Test ist unter Einstellung der aktuellen Prüfanforderungen jedoch nicht valide (fehlende Analytik, Ergebnisse im Vergleich zu Präparatedaten nicht plausibel). Daphnien erwiesen sich auch in den vorliegenden längerfristigen Versuchen mit schwefelhaltigen Präparaten als sensibelste aquatische Tiergruppe. Daher wurde die für *Daphnia magna* ermittelte  $\text{NOEC}_{21\text{ d}}$  von 1 mg Präp./l bzw. 0,8 mg Schwefel/l (nominal, „Kumulus WG“) in die Abschätzungen des Risikos für aquatische Biozönosen einbezogen.

Daraus wurden in Korrespondenz zu den erwarteten Expositionsdaten sog. TER-Werte - d. h. Verhältnisse von Toxizität zu Exposition - errechnet, die letztendlich die Ableitung angemessener Sicherheitsabstände zu Gewässern ermöglichen, die in Tabelle 2 zusammengefasst sind.

**Tabelle 2: Sicherheitsabstände zu Gewässern**

	konvent. T.	50 % Driftm.	75. Driftm.	90 % Driftm.
Obstbau <sup>1)</sup>	20 m	15 m	15 m	5 m
Weinbau <sup>1)</sup>	10 m	10 m	5 m	< 5 m <sup>2)</sup>
Zierpflanzen <sup>1)</sup>	5 m	< 5 m <sup>2)</sup>	< 5 m <sup>2)</sup>	< 5 m <sup>2)</sup>
Ackerbau <sup>1)</sup>	< 5 m <sup>2)</sup>	< 5 m <sup>2)</sup>	< 5 m <sup>2)</sup>	< 5 m <sup>2)</sup>
Gemüsebau <sup>1)</sup>	< 5 m <sup>2)</sup>	< 5 m <sup>2)</sup>	< 5 m <sup>2)</sup>	< 5 m <sup>2)</sup>
Hopfenbau <sup>1)</sup>	20 m	15 m	10 m	< 5 m <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> max. AWM (1 Applikation):

Obstbau	10,5 kg Präp./ha
Weinbau	20,0 kg Präp./ha
Zierpfl.	4,0 kg Präp./ha
Ackerbau	7,5 kg Präp./ha
Gemüseb.	7,5 kg Präp./ha
Hopfenb.	12,5 kg Präp./ha

<sup>2)</sup> Für diese Abdriftminderungsklassen ist neben dem gemäß Länderrecht verbindlich vorgegebenen Mindestabstand zu Oberflächengewässern § 6 Abs. 2 Satz 2 PflSchG - Keine Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in oder unmittelbar an oberirdischen Gewässern und Küstengewässern ! - zu beachten.

## 5.2 Terrestrische Organismen

### Säugetiere und Vögel

Der Wirkstoff Schwefel ist bei akuter bzw. kurzzeitiger oraler Aufnahme durch Säugetiere und Vögel als mindergiftig einzustufen. Der hierfür nach Anhang VI der Richtlinie 91/414/EWG einzuhaltende TER-Wert von 10, d. h. das Verhältnis von Toxizität zu Exposition, wird selbst unter „worst case“-Annahmen nicht unterschritten. Ergebnisse aus längerfristigen Untersuchungen liegen allerdings nicht vor.

Das aus der Anwendung schwefelhaltiger Mittel resultierende Risiko für freilebende Säugetiere und Vögel wird trotzdem als akzeptabel bewertet, da

- \* Schwefel eines der ältesten bekannten Pflanzenschutzmittel ist und
- \* seit langem in der Veterinär- und Humanmedizin als Therapeutikum eingesetzt wird.

Die in der Veterinär- und Humanmedizin zur Therapie verwendeten Schwefeldosen - Schwefel wurde bereits im antiken Griechenland als Arzneimittel eingesetzt - sind höher als die Dosen, die durch Nahrungsaufnahme von schwefelbehandelten Pflanzen aufgenommen werden. Reiner Schwefel ist für Menschen und Tiere nicht giftig, da er unverändert den Verdauungstrakt passiert und ausgeschieden wird. Fälle reproduktionstoxischer, teratogener oder kanze-

rogener Wirkung durch landwirtschaftliche oder therapeutische Anwendung sind nicht bekannt.

Weitere Tierversuche erscheinen daher für die (öko)toxikologische Bewertung von Schwefel verzichtbar.

### Terrestrische Nichtziel-Arthropoden

Für die derzeit zugelassenen schwefelhaltigen WG-Formulierungen („Netzschwefel Stulln“, „Thiovit Jet“ und „Kumulus WG“) liegen bereits für eine Vielzahl von Arten Erkenntnisse zu den Auswirkungen auf Arthropoden vor, wobei die Ergebnisse hinsichtlich der IOBC-Wertstufen (Tab. 3) von nicht schädigend bis stark schädigend reichen.

**Tabelle 3: IOBC-Wertstufen**

IOBC-Wertstufen (Leistungsminderung):			
	<u>Laborprüfung</u>	<u>Halbfreiland/Freiland</u>	<u>Worturteil</u>
W1:	< 30 %	< 25 %	nicht schädigend
W2:	30 – 79 %	26 – 50 %	schwach schädigend
W3:	80 – 99 %	51 – 75 %	mittelstark schädigend
W4:	> 99 %	76 – 100 %	stark schädigend

Aus den derzeit vorliegenden Untersuchungen leiten sich folgende Bewertungsendpunkte ab:

<i>Aleochara bilineata</i>	Labor	ER <sub>50</sub> > 12,5 kg Präp./ha
<i>Poecilus cupreus</i>		
<i>Chrysoperla carnea</i>		
<i>Coccinella septempunctata</i>	Labor	ER <sub>50</sub> > 6 kg Präp./ha
<i>Aphidius rhopalosiphi</i>	Labor	100 % Mortalität bei 12,5 kg Präp./ha
<i>Trichogramma cacoeciae</i>	Labor	100 % Mortalität bei 0,4 kg Präp./ha
<i>Typhlodromus pyri</i>	Labor	LR <sub>50</sub> ca. 800 kg Präp./ha
<i>Typhlodromus pyri</i>	Freiland	keine substanzbedingten Effekte

Danach erwiesen sich *Trichogramma cacoeciae* und *Aphidius rhopalosiphi* auf gleicher Prüfstufe als am sensitivsten. Da zu den beiden Arten nur Ergebnisse aus Limittests vorliegen, ist eine weitergehende Differenzierung der Effekte bzw. der Sensitivität nicht möglich. Die Testergebnisse unter Freilandbedingungen an *Typhlodromus pyri* können nicht zur Entlastung der Effekte an den beiden genannten Arten herangezogen werden, da *Typhlodromus pyri* unter Laborbedingungen deutlich weniger sensitiv war.

Eine abschließende Bewertung der mit dem Einsatz der Schwefel-Formulierungen verbundenen Risiken für Arthropoden ist folglich derzeit nicht möglich, da die vorliegenden Daten unzureichend sind. Weiterführende Untersuchungen sind somit notwendig!

### Bienen

Die derzeit zugelassenen schwefelhaltigen WG-Formulierungen (80 % Schwefel) sind mit der NB 664 („Das Mittel wird bis zur höchsten durch die Zulassung festgelegten Aufwandmenge bzw. Anwendungskonzentration als nicht bienengefährlich eingestuft (B4).“) gekennzeichnet.



Die Zuständigkeit hierfür liegt bei der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft.

### **Regenwürmer**

Bei bestimmungsgemäßer und sachgerechter Mittelanwendung sind keine schädlichen Auswirkungen auf Regenwürmer zu erwarten. Maßnahmen zur Risikominderung sind nicht erforderlich.

### **Bodenmikroorganismen**

Gemäß Anhang VI der Richtlinie 91/414/EWG (Teil C Entscheidungsverfahren, 2 Spezielle Grundsätze Punkt 2.5.2.6) ist eine Zulassung zu erteilen, wenn im Laborversuch die Differenz von Stickstoff- und Kohlenstoffmineralisation nach 100 d im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle < 25 % ist. Bei einer geprüften Aufwandmenge von 10 kg Präp./ha lagen die Abweichungen zur unbehandelten Kontrolle sowohl für die C- als auch für die N-Mineralisation bereits nach 14 Tagen < 25 %. Bei 100 kg Präp./ha lagen die Abweichungen zur unbehandelten Kontrolle 28 und 44 Tagen noch weit oberhalb von 25 %. Erst am Tag 63 wurden die vorgegebenen 25 % mit bis zu 18 % unterschritten.

Unter Berücksichtigung des Sachverhaltes, dass Schwefel ein natürlicher Bodenbestandteil ist und bei bestimmungsgemäßer und sachgerechter Mittelanwendung die Einträge in den Boden weit unterhalb von 100 kg Präp./ha liegen (Applikation auf die Pflanzen), werden relevante Beeinträchtigungen der Bodenmikroflora infolge des Einsatzes schwefelhaltiger Mittel ausgeschlossen. Maßnahmen zur Risikominderung sind nicht erforderlich.

### **Terrestrische Nichtzielpflanzen**

Für die Bewertung möglicher Auswirkungen auf Pflanzen außerhalb der Behandlungsfläche wurde die mit der Formulierung „Kumulus WG“ an sechs Arten ermittelte NOEC von 31,5 kg Präparat / ha herangezogen und damit ein einzuhaltender TER-Wert von 1 für die Sicherstellung des Schutzes von Pflanzen im off-crop-Bereich als ausreichend erachtet.

Ein TER von 1 wird bereits bei 1 m bzw. bei 3 m Abstand zur Behandlungsfläche - auch bei Einstellung von worst case-Annahmen (kein Abbau berücksichtigt) - für alle Anwendungsgebiete schwefelhaltiger Präparate eingehalten. Maßnahmen zur Risikominderung sind somit nicht erforderlich.

## **6. Konsequenzen für die Zulassung und Zusammenfassung**

Gemäß der Richtlinie 91/414/EWG – Anhang IIIA (Pkt. 9 Verbleib und Verhalten in der Umwelt; Pkt. 10 Ökotoxikologische Untersuchungen) müssen die vorgelegten Angaben für die Mittel sowie die gemäß Anhang IIA vorgelegten Angaben über den Wirkstoff ausreichen, um eine Bewertung

- des Verbleibs und Verhaltens der schwefelhaltigen Pflanzenschutzmittel in der Umwelt und

- der Auswirkungen bei vorgesehener Verwendung, d. h. des Risikos für die nicht zu den Zielgruppen gehörenden Arten (Flora und Fauna), die ihm wahrscheinlich ausgesetzt sind,

zu erlauben.

Wie für terrestrische Nichtziel-Arthropoden gezeigt wurde, sind die zu Schwefel und schwefelhaltigen Präparaten bisher vorgelegten Daten unzureichend. Bereits im Januar 2003 unterrichtete das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit die Antragstellerinnen darüber, dass die Anträge auf Zulassung nicht für die Hauptprüfung vorgesehen werden und forderte weiterführende Untersuchungen an *Aphidius rhopalosiphi* und *Trichogramma cacoeciae*.

Diese Unterlagen liegen den Behörden noch nicht zur Bewertung vor!

**Hinweis:**

Die sonstige Datenlage zu Schwefel und schwefelhaltigen Pflanzenschutzmitteln ist für eine abschließende Bewertung zwar insgesamt hinreichend, hält aber keinem Vergleich mit modernen Präparaten stand (oft ungenaue Angaben, z. B. zum Abbau, oder fehlende Daten).

**Fazit: Abschließende Bewertung des Risikos für den Naturhaushalt gem. § 15 Abs.1 Nr. 3 lit e PfISchG derzeit noch nicht möglich !**

## **Anwendung von schwefelhaltigen Pflanzenschutzmitteln - Indikationen, Ersetzbarkeit, Nachhaltigkeit**

Gregor Kral und Rolf Forster

Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, Abteilung 2 Pflanzenschutzmittel, Referat 221 Pflanzenschutzmittelanwendungen, Messeweg 11/12, 38104 Braunschweig

Schwefelhaltige Pflanzenschutzmittel werden im Ökologischen Landbau zur Bekämpfung verschiedener Pflanzenkrankheitserreger (Echter Mehltau, Rost, Blattfleckenerreger) und pflanzenschädlichen Milben (Gallmilben, Spinnmilben) eingesetzt. Seit den neuen Regelungen im novellierten „Gesetz zum Schutz der Kulturpflanzen“ (Pflanzenschutzgesetz) von 1998 dürfen zugelassene Pflanzenschutzmittel nur in den für sie ausgewiesenen Indikationen angewendet werden (§ 6a PflSchG). Diese Einschränkung im Vergleich zur alten Regelung der Vertriebszulassung gilt selbstredend auch für den Ökologischen Landbau. Durch die Neuregelung stehen auch in vielen Kulturen des Ökologischen Landbaus zur Bekämpfung wirtschaftlich bedeutender Schadorganismen keine Pflanzenschutzmittel mehr zur Verfügung. Durch das Instrument der Genehmigung nach § 18, 18 a PflSchG konnten Lücken geschlossen werden. Allerdings kann nicht in allen notwendigen Fällen eine Genehmigung ausgesprochen werden, beispielsweise wenn die Indikation eine sog. große Kultur enthält.

Zurzeit sind die Schwefelpräparate „Netzschwefel Stulln“, „THIOVIT JET“ und „Kumulus WG“ einschließlich ihrer Vertriebsweiterungen zugelassen. Die Zulassung läuft für alle Mittel am 31. Dezember 2003 ab. Die Anträge auf erneute Zulassung liegen der Zulassungsbehörde vor. Eine Voraussetzung der nationalen Zulassung ist die Listung des Wirkstoffs im Anhang I der „Richtlinie des Rates über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmittel“ (91/414/EWG) oder, falls über den Wirkstoff noch nicht entschieden wurde, zumindest dessen Notifizierung. Über die Altwirkstoffe Schwefel bzw. Schwefelverbindungen ist im Rahmen der Entscheidung einer Listung in den Anhang I noch nicht entschieden. Die Stoffe befinden sich in der EG-Altwerkstoffprüfung in der 4. Stufe nach VO (EG) 1112/2002 und sind damit notifiziert, einer erneuten Zulassung steht damit grundsätzlich nichts entgegen. Über die Aufnahme in den Anhang I muss spätestens bis Ende 2008 entschieden sein. Sollte zuvor eine ablehnende Entscheidung auf EU-Ebene fallen, wäre den schwefelhaltigen Pflanzenschutzmitteln die Zulassung zu entziehen und eine Anwendung nicht mehr möglich.

Nicht alle im Ökologischen Landbau bekämpfungswürdigen mit Schwefel bekämpfbaren Schadorganismen sind durch Zulassungen oder Genehmigungen mit Schwefelprodukten abgedeckt. Zudem sind auch die in der Zulassung beschriebenen Anwendungsmodalitäten (Angaben zur sachgerechten Anwendung) oft nicht mit den Anforderungen im Ökologischen Landbau kongruent. Vielmehr sind Zulassungen und Genehmigungen auf die Erfordernisse im konventionellen und integrierten Landbau abgestimmt. Zur Verbesserung dieser Situation wird ein besserer Informationsfluss zwischen den Vertretern des Ökologischen Landbaus, den Antragstellern sowie der Zulassungsbehörde und der Bewertungsbehörde Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft gewünscht. Vor Antragstellung sollte zum Zulassungsinhaber und zu den Behörden Kontakt aufgenommen werden. Aus rechtlicher Sicht soll eine Ausweitung der Genehmigungspraxis für Indikationen, die besonders für den Ökologischen Landbau von Bedeutung ist, geprüft werden.

Aus Sicht einer nachhaltigen Landbewirtschaftung, dem der Ökologische Landbau besonderen Wert beimisst, sind schwefelhaltige Pflanzenschutzmittel durchaus geeignet. Schwefelhaltige

Pflanzenschutzmittel lassen keine nachteiligen Wirkungen auf die Bodenfruchtbarkeit erkennen. Nutzarthropoden, wie die Honigbiene und Prädatoren (ausgenommen Raubmilben), werden ebenso nicht beeinträchtigt. Unerwünschte Nebenwirkungen können für Parasitoide und in geringerem Maße für Raubmilben nicht ausgeschlossen werden. Auf eine schonende Spritzfolge und auf die Erfordernisse angepasste Ausbringung des Schwefels ist vor diesem Hintergrund Rechnung zu tragen.

Schwefelhaltige Pflanzenschutzmittel sind derzeit für den Ökologischen Landbau zur Bekämpfung von regelmäßig auftretenden Schadorganismen an Kulturpflanzen sehr wichtig. Alternative Stoffe, welche im Anhang II Teil B der Öko-VO (EWG) 2092/91 gelistet sind und gleichzeitig in Deutschland eine Zulassung besitzen, stehen in dem erforderlichen Umfang zur Bekämpfung wirtschaftlich relevanter Schadorganismen zurzeit nicht zur Verfügung.

## Obstbau

### Die Anwendung von Schwefel im integrierten und ökologischen Obstbau in Norddeutschland

Gerd Palm, Karsten Klopp

Obstbau Versuchs- und Beratungszentrum Jork, Moorende 53, 21635 Jork

#### 1. Praxiserfahrungen und Anforderungen des Ökologischen Obstbaus

Die folgenden Abbildungen geben den Folieninhalt des Vortrages wieder.

Aktuelle Zulassung und Alternativen für Netzschwefel im Ökologischen Obstbau			
	Netzschwefel Zulg./Genehg.	keine Zulassung	Alternativen
<b>Kernobst</b>			
Apfel	Schorf		bis Blüte Kupfer
Apfel	Mehltau		bedingt Schnitt
Apfel		Apfelrostmilbe	keine
Birne		Birnenpockenmilbe	keine
Stachelbeere	Am. St.-mehltau		keine/Schnitt
<b>Himbeerartiges Beerenobst:</b>			
Brombeere	Gallmilben		keine
Himbeere	Gallmilben		keine
<b>Johannisbeerartiges Beerenobst:</b>			
Johannisbeere	Gallmilben		tolerante Sorten
Stachelbeere			
Heidelbeere	Gallmilben		keine
<b>Steinobst</b>			
Pflaumen/Zwetschen		Pfl.-blattbeutelmilbe	keine
Süß-/Sauerkirschen		freil. Gallmilben	keine

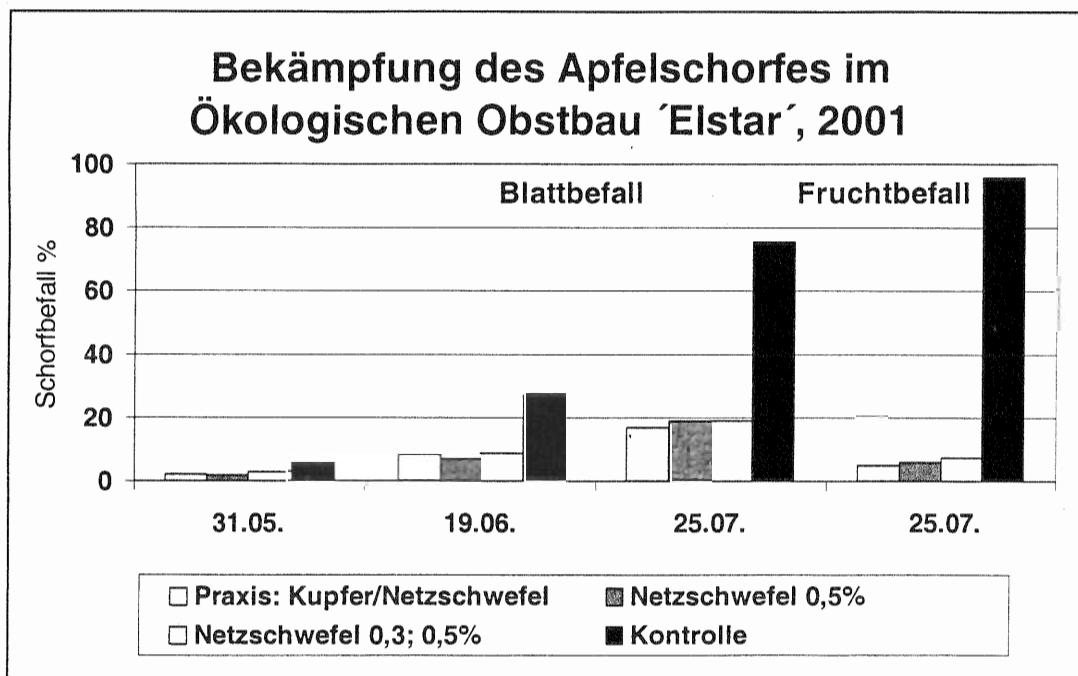
#### Nebenwirkungen von Netzschwefel und praktische Konsequenzen:

- geringe Regenbeständigkeit
  - führt zu einer niederschlagsabhängigen Applikationshäufigkeit bei reduziertem Mittelaufwand
- erhöhte Gefahr von Sonnenbrand auf Früchten
  - Reduzierung des Mittelaufwandes bei hohen Temperaturwerten
- Wirkung gegen Spinnmilben
  - sehr gute Nebenwirkung gegen Spinnmilben, aber auch Schädigung der Raubmilben

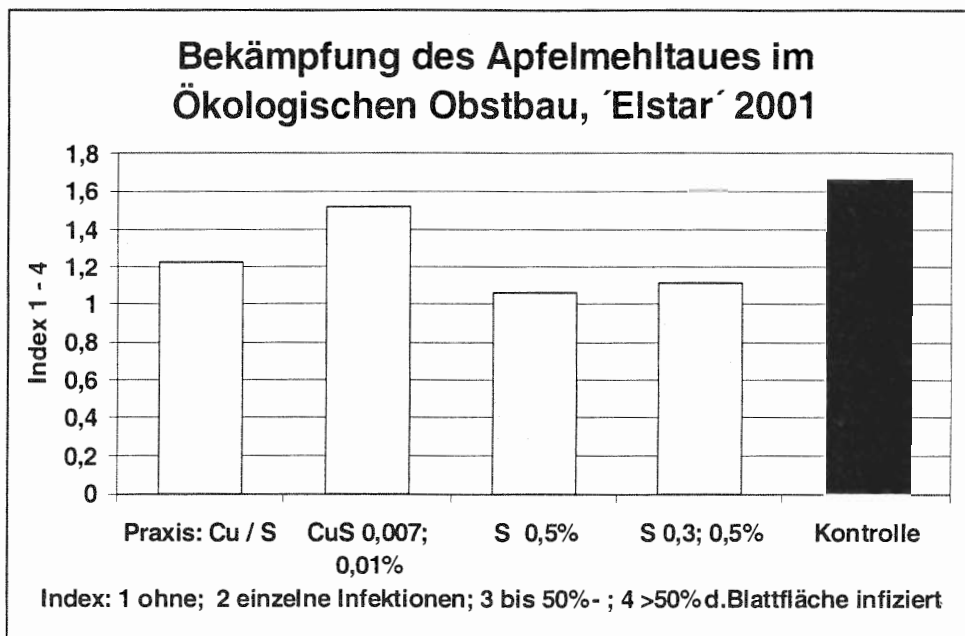
## Zwingend notwendige Indikationen für den Einsatz von Netzschwefel im Ökologischen Obstbau (mit Begrenzung der jährlichen Aufwandmenge je mKh + ha):

Indikation	Aufwandmenge mKh + ha
Apfel: Apfelschorf	30 kg
Apfel: Apfelmehltau	10 kg
Apfel: Apfelrostmilbe	6 kg
Birne: Birnenpockenmilbe	6 kg
Zwetschgen, Pflaumen: Rost	12 kg
Pflaumen: Pflaumenblattbeutelmilbe	6 kg
Sauerkirschen: Sprühflecken	10 kg
Holunder: Gallmilbe	3 kg
Johannisbeeren: Gallmilbe	10 kg
Himbeere, Brombeere: Gallmilbe	12 kg

## 2. Versuchsergebnisse Obstbau- Versuchs- und Beratungszentrum Jork



Präventive Wirkung von Netzschwefel u. a. gegen Apfelschorf - nach künstlichen Inokulationen -				
Versuch	Präparat	Konz. %	Summe °C	Befallsgrad 0-100
1998	Kontrolle			10,6
	Netzschwefel	0,5	1325	0,7
	Funguran	0,1	1325	4,8
1999	Kontrolle			26,3
	Netzschwefel	0,5	1373	0,3
		0,5	2600	2,8
	Netzschwefel	0,3	1373	2,1
	Funguran	0,1	1373	15,0
		0,1	2600	22,1
2001	Kontrolle			25,5
	Netzschwefel	0,5	1500	2,6
		0,5	2480	5,6
		0,3	1500	2,5
		0,3	2480	4,1
	Funguran	0,2	1500	24,0
	0,2	2480	16,0	



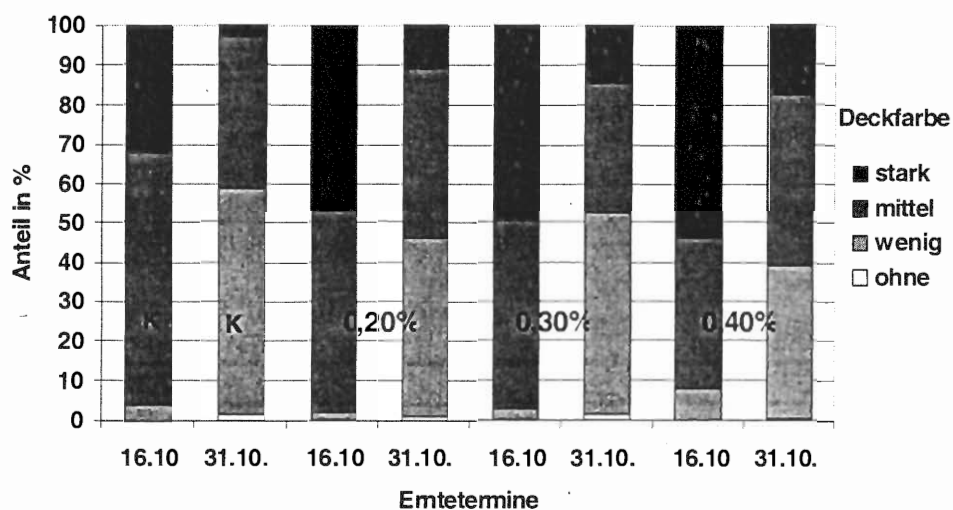
**Populationsdichte der Apfelrostmilbe an Knospen einjähriger Triebe  
in 9 Betrieben bei 3 Sorten mit und ohne Netzschwefel**

	Jonagold	Boskoop	Golden Delicious
	Befallsgrad**		
Betriebe mit Netzschwefel*	1,15 a	0,61 a	0,49 a
Betriebe ohne Netzschwefel	4,67 b	2,18 b	1,06 a

\*\* Befallsgrad 1 = 1-5; 2 = 6-25; 3 = 26-50; 4 = 51-100; 5 >100 Milben/Knospe

\* vor der Blüte 1,5 kg/ha m Kh, nach d. Bl. 0,75 kg/h m Kh

**Auswirkung von 2 Netzschwefel-Behandlungen  
auf die Deckfarbenintensität bei Jonagold**



Wirkung von Netzschwefel gegen Pflaumenblattbeutelmilbe				
Versuch	Präparat	Konz. %	Behandl.-termin	Wirkungsgrad %
1989	Kontrolle			54,3*
	Netzschwefel	0,5	09.03.	100
		1,0	09.03.	99,4
		1,5	09.03.	100
	Beosit	0,1	09.03.	96,3
1990	Kontrolle			59,9* / 3,7**
	Netzschwefel	0,5	15.03.	99,2 / 100,0
		0,4	15.03.	93,8 / 48,6
		0,3	15.03.	87,1 / 89,2

\* %befallene Blätter, \*\* befallene Früchte



### 3. Erforderliche Netzschwefel-Indikationen für den kontrollierten integrierten Obstbau in Norddeutschland

Aktuelle Zulassung und Alternativen für Netzschwefel im integrierten Obstbau			
	Netzschwefel Zulg./Genehg.	keine Zulassung	Alternativen
<b>Kernobst</b>			
Apfel	Schorf		div. Fungizide
Apfel	Mehltau		div. Fungizide
Apfel		Apfelrostmilbe	Kiron
Birne		Birnenpockenmilbe	zwangsl. Nebenw.
Stachelbeere	Am. St.-mehltau		Discus, Flint,
<b>Himbeerartiges Beerenobst:</b>			
Brombeere	Gallmilben		Kiron ?, Masai
Himbeere	Gallmilben		Kiron ?, Masai?
<b>Johannisbeerartiges Beerenobst:</b>			
Johannisbeere	Gallmilben		Kiron ?, Masai?
Stachelbeere			
Heidelbeere	Gallmilben		Kiron ?, Masai?
<b>Steinobst</b>			
Pflaumen/Zwetschen		Pfl.-blattbeutelmilbe	?
Süß-/Sauerkirschen		freil. Gallmilben	?

Zwingend notwendige Netzschwefel-Indikationen für Norddeutschland im IO - Mindestanzahl der Anwendungen/Indikation			
	Netzschwefel Zulg./Genehg.	keine Zulassung	Mindestanzahl je Indikation; m Kh
<b>Kernobst</b>			
Apfel	Schorf		6 x 1kg
Apfel	Mehltau		6 x 1kg
Apfel		Apfelrostmilbe	6 x 1kg
Birne		Birnenpockenmilbe	2 x 3 kg
Stachelbeere	Am. St.-mehltau		3 x 5 kg
<b>Himbeerartiges Beerenobst:</b>			
Brombeere	Gallmilben		3 x 4 kg
Himbeere	Gallmilben		?
<b>Johannisbeerartiges Beerenobst:</b>			
Johannisbeere	Gallmilben		4 x 4-7 kg
Heidelbeere	Gallmilben		?
<b>Steinobst</b>			
Pflaumen/Zwetschen		Pfl.-blattbeutelmilbe	2 x 3 kg
Süß-/Sauerkirschen		freil. Gallmilben	2 x 3 kg

## Zum Einsatz von Netzschwefel im ökologischen Obstbau

Jutta Kienzle

Fördergemeinschaft ökologischer Obstbau e.V., Traubenplatz 5, 74189 Weinsberg

Netzschwefel ist traditionell eines der wichtigsten Präparate im Pflanzenschutz im ökologischen Obstbau und derzeit nicht verzichtbar.

Wichtige Anwendungsgebiete im Obstbau sind Pilzkrankheiten und Milben. In Tabelle 1 sind die notwendigen Indikationen für Stein- und Beerenobst mit den entsprechenden maximal notwendigen Aufwandmengen angegeben.

Tabelle 1: Notwendige Indikationen für Netzschwefel im Stein- und Beerenobst im Ökologischen Anbau

Kultur	Indikation	Anwendung
Zwetsche	Pflaumenrost	Max. 5 x 1,5 kg/ha/mKh
Kirsche	Sprühflecken	Max. 5 x 2 kg/ha/mKh
Johannisbeerartige (incl. Holunder)	Gallmilben	Zum Austrieb bis 7 kg/ha Nach Austrieb max. 2 x 3 kg/ha
Himbeeren und Brombeeren	Gallmilben	Max. 3 x 4-2 kg/ha abfallend von Austrieb bis Blüte

Tabelle 2: Notwendige Indikationen für Netzschwefel im Kernobst im Ökologischen Anbau

Indikationen	Anwendung (kg/m Kronenhöhe)
Schorf und Mehltau, Rostmilben	Vorblüte: max. 3-5 x 2-3 kg/ha Blüte: max. 1-3 x 1-2 kg/ha Nachblüte: max. 15-20 x 0,5-1,5 kg/ha
Birnenpockenmilbe/Birnenschorf	Vbl. 3-5 x 2-3 kg/ha

In Tabelle 2 sind die Indikationen für Kernobst dargestellt. In dieser Tabelle wurde den beim Kernobst stark variierenden Anwendungsmodalitäten Rechnung getragen. Netzschwefel kann nicht zu unterschätzende Schäden an den Pflanzen verursachen. Aufgrund der akariziden Wirkung sind Nebenwirkungen auf Raubmilben zu berücksichtigen. Alle Effekte des Schwefels sind sowohl temperatur- als auch konzentrationsabhängig, wobei bei höheren Temperaturen die Effekte geringerer Konzentrationen größer sind. Die Anwendung erfolgt daher stark situations- und witterungsbezogen und mit Rücksicht auf die potentiellen phytotoxischen Effekte und die Nebenwirkungen auf Raubmilben. Je nach Witterung können also zahlreiche Behandlungen mit sehr niedriger Aufwandmenge oder weniger Behandlungen mit etwas höherer Aufwandmenge notwendig sein.

Die Richtlinien des Ökologischen Landbaus beinhalten keine Limitierung der Schwefelanwendungen weder bezüglich der Aufwandmenge noch der Häufigkeit obwohl Nebenwirkungen z. B. auf Raubmilben bekannt sind. Dies wird leicht verständlich, wenn man berücksichtigt, dass dem ökologischen Anbau nur wenige Präparate für die Insektenregulierung zur Verfügung stehen. Spinnmilben können im Obstbau nur mit Ölpräparaten kurz vor dem Schlupf der Wintereier bekämpft werden. Eine Regulierungsmaßnahme bei akutem Befall im

der Wintereier bekämpft werden. Eine Regulierungsmaßnahme bei akutem Befall im Sommer existiert nicht.

Werden die Raubmilben zu stark geschädigt und erfolgt dadurch eine starke Vermehrung von Spinnmilben, bedeutet dies für den Öko-Obstbauern, dass er hohe Schäden in Kauf nehmen muss, die er nicht mehr verhindern kann.

Dementsprechend erfolgt der Einsatz von Netzschwefel im Ökologischen Obstbau schon aus betriebswirtschaftlicher Sicht heraus so, dass keine nachhaltige Schädigung der Raubmilbenpopulation erfolgt. Dadurch werden automatisch Arten, die für den Obstbauern betriebswirtschaftlich weniger wichtig sind als die Raubmilben, mit geschont. Der verantwortliche Umgang mit Netzschwefel liegt im Eigeninteresse jedes Betriebsleiters. Erfahrung und „Fingerspitzengefühl“ sind hierbei ein unverzichtbarer Teil der Einsatzstrategie von Netzschwefel, besonders im Kernobstanbau.

Eine weitere Besonderheit des ökologischen Obstbaus ist es, dass nur sehr begrenzt auf alternative Produkte ausgewichen werden kann. Netzschwefel kommt also auch bei hohen Temperaturen im Sommer mangels Alternativen als einziges Belagsfungizid zur Anwendung. Sowohl in dieser Situation als auch direkt nach der Blüte bei starkem Triebwachstum ist eine Strategie mit häufigeren Anwendungen und niedrigeren Aufwandmengen sowohl im Hinblick auf die Nebenwirkungen als auch im Hinblick auf die Wirkung gegen Pilzkrankheiten wesentlich sinnvoller.

Würde der Obstbauer durch entsprechende Richtlinien, die z. B. die Anwendungshäufigkeit reduzieren, dazu veranlasst, bei hohen Temperaturen statt häufiger Behandlungen mit niedrigen Aufwandmengen wenige Behandlungen mit hohen Aufwandmengen durchzuführen, würde dies eher zu einer Schädigung als zum Schutz der Raubmilbenpopulation führen. Außerdem wäre meist eine geringere Wirkung auf die Zielorganismen zu erwarten als bei der gesplitteten Anwendung.

Probleme bei der Anwendung von Netzschwefel könnten jedoch auftreten, wenn z. B. Kupferpräparate nicht mehr zur Verfügung stünden. Da die Schorfbekämpfung nur mit Netzschwefel im allgemeinen im Frühjahr keine ausreichende Unterdrückung der Ascosporeninfectionen ermöglicht, würden auch nach der Blüte ungleich höhere Mengen benötigt um wenigstens einen Teil der Ware vermarkten zu können. In einem solchen Fall könnte es, wie aus dem europäischen Ausland aus einer solchen Situation heraus bereits berichtet wird, zu erheblichen Problemen durch Schädigung der Raubmilbenpopulation kommen.

Die hier dargestellte Situation bezieht sich daher auf eine Gesamtstrategie, bei der von der Verfügbarkeit von Kupferpräparaten ausgegangen wird.

Dieser Gesamtstrategie muss auch bei der Neuzulassung von Netzschwefel Rechnung getragen werden, wenn der ökologische Obstbau für die Zukunft eine ernstzunehmende Perspektive haben soll.

**Einsatz von Schwefel im ökologischen Obstbau - ein Praxisbericht**  
 Dierk Augustin  
 Öko-Obstbauer, Klein Hove 21, 21635 Jork

Die folgenden Abbildungen geben den Folieninhalt des Vortrages wieder.

- **Ökologischer Obstbau seit Anfang der 90er Jahre**
  - **Wirtschaftliche Gesichtspunkte**
  - **Ökologische und umweltrelevante Gesichtspunkte rücken immer mehr in den Vordergrund**
    - **Begleitende wissenschaftliche Untersuchungen durch die Universität Hamburg**
    - **Auftragsstudien der Umweltbehörde der Hansestadt Hamburg**
- ➔ Daraus resultierend: Selbstbeschränkungen**

- **Selbstbeschränkungen (Cu, N-Düngung, Pyrethrum etc.)**
  - **Cu-Minimierung weit unter Grenzwert EU-VO 2092/01**
    - **Schwefel als der alternative Wirkstoff**
    - **Parallel dazu gesetzliche Reglementierungen**
    - **Für den Fall der Nicht-Zulassung von Schwefel:**
      - ➔ Fehlverhalten ? Illegalität ??**
  - **Politischer Aktionismus**
- ➔ Wo bleibt da die Nachhaltigkeit ?**

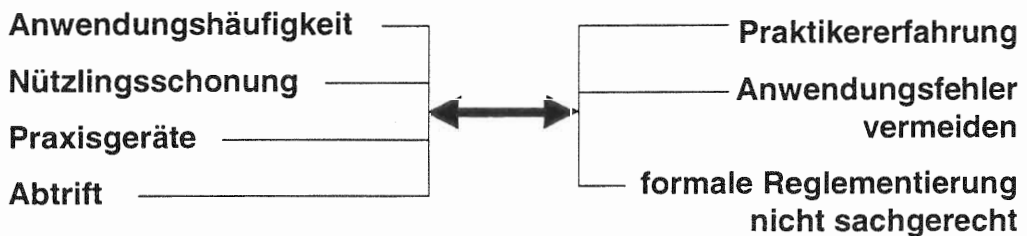
**Kernobst-Pflanzenschutzprogramm „Schorf“**  
 Häufigkeit der Anwendungen von Netzschwefel und  
 Aufwandmengen in der Praxis des Ökologischen Obstbaus

	Aufwandmenge je Applikation und mKh in kg	Häufigkeit der Anwendungen je ha und Jahr	Gesamtaufwand- menge pro Jahr in kg und mKh
Vor der Blüte	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>12</b>
In der Blüte	<b>2,5</b>	<b>2</b>	<b>5</b>
Nach der Blüte, < 20°C	<b>1</b>	<b>10</b>	<b>10</b>
Nach der Blüte, > 20°C	<b>0,75</b>	<b>6</b>	<b>4,5</b>

**Strategie aus der Obstbaupraxis**



**Einfluss auf die Pflanzenschutzmittelzulassung**



## **Alternativen zur Netzschwefel-Anwendung im ökologischen Obstbau? Stand der Forschungsarbeiten**

Barbara Pfeiffer

LVWO Weinsberg, Versuchsprojekt ökologischer Obstbau, Traubenplatz 5, 74189 Weinsberg

### **Einschränkungen beim Einsatz von Netzschwefel im ökologischen Obstbau**

Je nach Kultur besteht die Gefahr von phytotoxischen Reaktionen, beispielsweise in Form von Berostungen an den Früchten oder Verbrennungen an den Blättern. Insbesondere vor hohen Temperaturen und vor Phasen intensiver Sonneneinstrahlung sollte der Einsatz von Schwefel auf ein Minimum reduziert werden. Bei Äpfeln besteht ein großes Risiko, Sonnenbrandschäden an den Früchten durch den Schwefeinsatz bei der Schorfbekämpfung im Sommer zu fördern. Daher sollte der Schwefeinsatz mit großem Fingerspitzengefühl durchgeführt werden, wobei die zu erwartenden Witterungsverhältnisse unbedingt berücksichtigt werden müssen.

### **Amerikanischer Stachelbeermehltau an schwarzen Johannisbeeren**

1996 wurden von BOOS und STRAUB an der LVWO Weinsberg die Stärkungsmittel Mycosin, VPBS 96, Steinhauers Mehltauschreck, Biplantol und Oikomb getestet. Als Vergleich dienten entweder Netzschwefel alleine oder Netzschwefel-Varianten, wobei Vitamin E oder Phytovit zugesetzt wurden. Die Pflanzenstärkungsmittel Oikomb, Steinhauers Mehltauschreck und VPBS 96 erreichten etwa 50 bis 60 % Wirkungsgrad, aber das Triebwachstum war reduziert und die Blüten verrieselten stärker als in der Kontrolle.

### **Freilebende Gallmilben im Beerenobst**

Momentan wurden bei freilebenden Gallmilben Lückenindikationsanträge genehmigt, derzeit sind keine Alternativpräparate im ökologischen Obstbau in Sicht.

### **Apfelmehltau**

Die wichtigste Maßnahme im ökologischen Obstbau ist ein konsequenter Meltauschnitt, sowohl im Winter als auch während der Vegetationsperiode, um das Infektionspotential zu senken. Einzelne schorffresistente Apfelsorten wie 'Dalinbel', 'GoldRush' oder 'Santana' sind sehr empfindlich für Mehltau.

Als Alternativen zum Netzschwefel wurden in der Vergangenheit Steinhauers Mehltauschreck, Milsana (auf der Basis von *Rheynoutria sacchalinensis*) und Bio-Blatt-Mehltaumittel (aus Sojalecithin hergestellt) mehrfach getestet. In Versuchen von ZIMMER an der SLVA Ahrweiler in den Jahren 2001 und 2002 wurden lediglich Wirkungsgrade zwischen 32 und 44 % erreicht. Da diese Präparate außerdem nur eine schwache Wirkung gegen Schorf haben, stellen sie keine Alternative zum Schwefel dar. Die Ergebnisse aus Ahrweiler decken sich mit den Erfahrungen aus älteren Versuchen, in denen bei Milsana die Wirkung stark vom Infektionspotential und der Anzahl der Behandlungen abhängig war. Innerhalb des Apfelanbaus darf die Mehltaubekämpfung nicht isoliert betrachtet werden.

## Apfelschorf

Das größte Problem in der Apfelschorfbekämpfung im ökologischen Obstbau sind in der Hauptwachstumsphase nach der Blüte der zuverlässige Schutz der neu zuwachsenden Blätter während länger anhaltenden Niederschlagsperioden. Momentan sind schwefelhaltige Produkte die wirksamsten Mittel gegen Schorf im Zeitraum ab der Blüte bis zur Ernte. Die Netzschwefelmenge kann nur in begrenztem Umfang reduziert werden, ohne einen Wirkungsverlust in Kauf zu nehmen.

Nach dem Ende des Askosporenfluges sind die Anlagen in ökologisch wirtschaftenden Betrieben selten so befallsfrei, dass die Schorfbehandlungen ab Anfang Juni eingestellt werden können. Insbesondere bei feuchter Witterung kurz vor der Ernte besteht die Gefahr für Spätinfektionen der Früchte, die erst auf dem Lager sichtbar werden. Spätinfektionen an den Blättern im Herbst können außerdem das Infektionspotential für das Folgejahr stark steigern, dies konnte nach den nassen Herbstmonaten 2001 im Frühjahr 2002 deutlich beobachtet werden (Haug, 2002).

In Tabelle 1 ist der prozentuale Befall der Blätter Anfang Juli und Ende August 1995 bei einem Schorfversuch an der Sorte 'Rubinette' dargestellt. Die Zusätze zum Netzschwefel wurden nach der Blüte geprüft. Nach Ende des Askosporenfluges wurden aufgrund des niedrigen Befalls in den besten Varianten im ganzen Versuch keine Schorfbehandlungen mehr durchgeführt. Im Jahr 1995 war der Schorfdruck sehr gering, der Befall in der Kontrolle lag im August nur bei knapp 30 %, in Jahren mit einem hohen Infektionsdruck liegt der Befall zu diesem späten Zeitpunkt um 70 %.

**Tabelle 1: % befallene Blätter am Langtrieb (PFEIFFER, 1995)**

Variante	% Befall 04.07.1995	%Befall 22.08.1995
Kontrolle	13,2	27,7
Netzschwefel	0,7	5,4
Netzschwefel + Mycosin	3,8	15,2
Netzschwefel + Vitamin E	4,2	23,6

Die Zusätze Mycosin und Vitamin E brachten keine Verbesserung zum Netzschwefel, durch den Zusatz kann die Netzschwefel-Menge nicht reduziert werden.

In den Jahren 1994 bis 1997 wurden an mehreren Standorten Versuche durchgeführt, die klären sollten, ob durch verschiedene Zusätze zum Netzschwefel eine Reduzierung des Schwefels von 3 kg/ha bis auf 1,5 kg/ha erreicht werden kann. Getestet wurden als Zusätze die Gesteinsmehle Mycosin, Ulmasud, Rocksil, Bentonit, Algenpräparate, Envirepel (auf der Basis von Knoblauch) und Vitamin E. Es konnte lediglich eine Wirkungsverbesserung von maximal 5 bis 10 % erreicht werden. Wenn die Netzschwefelmenge auf 1,5 kg/ha gesenkt wurde, war die Schorfwirkung zu gering. Die Zusätze waren teilweise sehr teuer, bei häufigem Einsatz von Gesteinsmehlen trat eine Erhöhung der Berostung auf. Bentonithaltige Präparate verursachten starke Spritzflecken.

In den letzten Jahren konnte eine gewisse Veränderung der Niederschlagsverteilung beobachtet werden, 2002 häuften sich länger anhaltende Regenperioden, in denen der Spritzbelag mehrfach erneuert werden musste, um Infektionen zu verhindern. Dies muss bei der Bewertung älterer Versuche und deren Ergebnisse berücksichtigt werden. Manche als potentielle Alternative erscheinenden Präparate in der Schorfbekämpfung waren in Jahren mit einem hohen Schorfdruck nicht ausreichend wirksam (siehe auch Literaturzusammenstellung von GOLBA, 2002).

### **Aktuelle Versuche im Rahmen eines BLE-Projektes zu Kupferalternativen in der Schorfbekämpfung**

Seit Mai 2002 werden aufbauend auf Vorergebnissen aus den Jahren 2000 und 2001 an der LVWO Weinsberg in Zusammenarbeit mit der BBA Dossenheim Versuche zu Pflanzenextrakten durchgeführt. Ziel der Versuche ist es, Alternativen zum Kupfer zu finden, interessante Extrakte können auch als Alternative zum Schwefel in Frage kommen, wenn Fragen zum Verhalten bei hohen Temperaturen und zur Reaktion bei intensiver Sonneneinstrahlung im Sommer geklärt sind. Momentan werden zahlreiche Konidienkeimtests und Gewächshausversuche mit künstlicher Konidieninfektion durchgeführt.

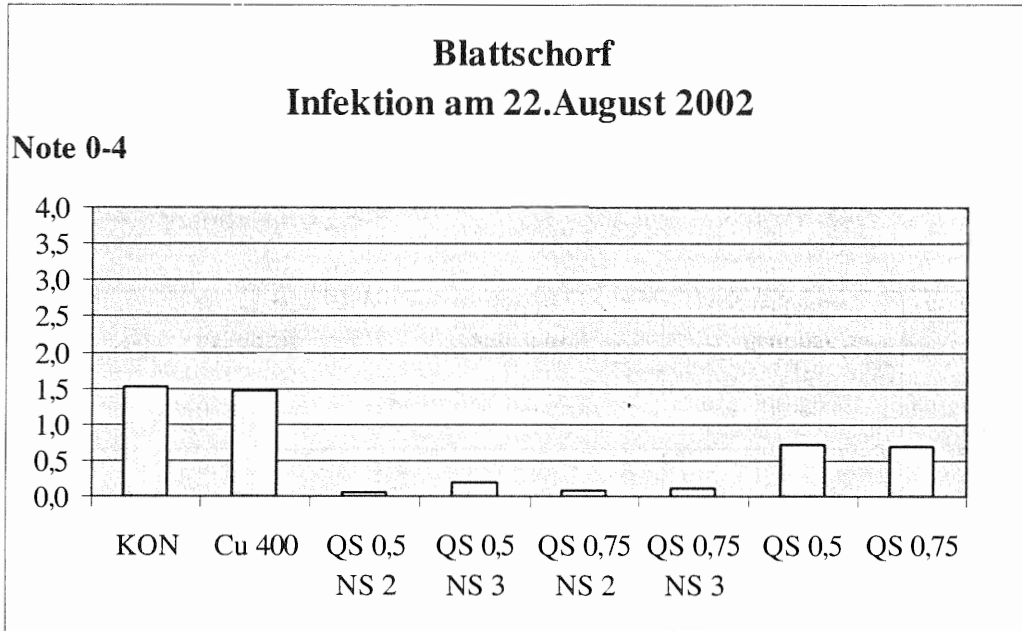
Getestet wurden verschiedene Präparategruppen:

- Bereits angemeldete Pflanzenstärkungsmittel auf der Basis von Pflanzenextrakten oder Mikroorganismen (ChitoPlant, Comcat, ElotVis, FZB 24, Trichoderma und Silioplant)
- Selbst hergestellte Pflanzenextrakte aus Arzneipflanzen (Engelsüß, Faulbaum, Holunder, Inula, Medizinalrhabarber, Quassiaholz, Quillajabaum, Seifenkraut, Walnussbaum)
- Zusatz von Netzmitteln zu Pflanzenextrakten (Adhäsit, Nufilm, ProFital, Vitanal sauer), Mischungen von Quillajasaponin mit Netzschwefel

Als Vergleich wurde eine Reinkupfermenge von 500 g Cu/ha verwendet, in einzelnen Versuchen wurde zusätzlich das Produkt Cueva getestet.

In Abbildung 1 sind die Ergebnisse eines Gewächshausversuches Ende August 2002 dargestellt, der Blattschorf wurde 2 Wochen nach der künstlichen Inokulation mit einer Sporensuspension (100 000 Konidien/ml) ausgewertet. Die Note 0 bedeutet "kein Befall", die Note 4 "flächiger Schorfbefall".

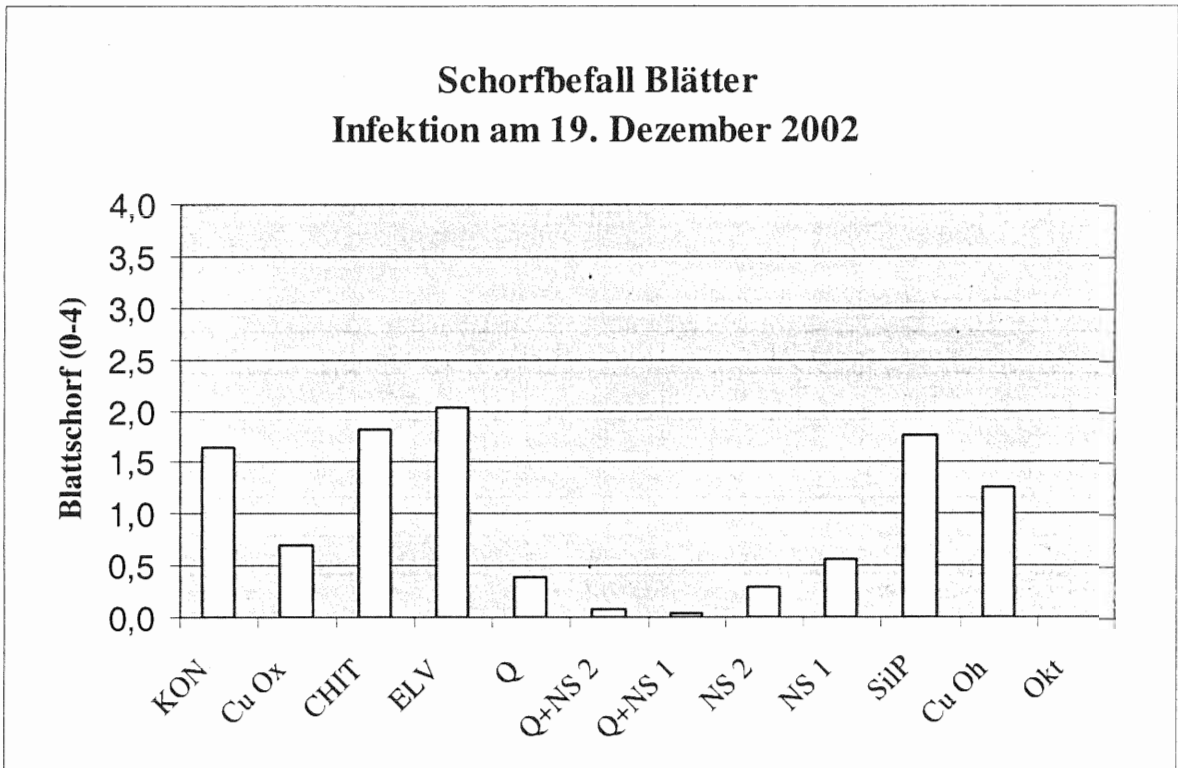




**Abb. 1:** Blattschorfbefall nach der Infektion am 22. August 2002

*Quillaja*-Saponin (QS) wurde in zwei Konzentrationen (0,5 und 0,75 %) mit zwei Netzschwefelkonzentrationen (NS 2 kg/ha entspricht 0,4 %, NS 3 kg/ha entspricht 0,6 %) kombiniert, um die Wirkung des Saponins zu verstärken. Eine deutliche Verbesserung ergab sich beim *Quillaja*-Saponin durch den Zusatz von Netzschwefel. *Quillaja*-Saponin alleine führte ebenfalls zu einer deutlichen Reduzierung des Befalls.

In den letzten beiden Versuchen des Jahres 2002 wurden verschiedene bereits bei der BBA angemeldete Pflanzenstärkungsmittel in Gewächshausversuchen geprüft. Bei ELOT-VIS, CHITOPANT, FZB 24, COMCAT und zwei Präparaten auf der Basis von Hefe bzw. *Trichoderma* konnte keine Wirkung gegen Schorf festgestellt werden, teilweise wurden sogar deutlich mehr Konidien im Vergleich zur Kontrolle produziert. Lediglich bei CHITOPANT, das resistenzinduzierend wirken soll, ergab sich in einem Versuch eine leichte Reduktion um 50 %. Möglicherweise muss der Abstand zwischen Behandlung und Infektion noch erhöht werden, um der Pflanze genug Zeit zur Aktivierung der Abwehrkräfte zu geben.



**Abb. 2:** Blattschorfbefall nach der Infektion am 19. Dezember 2002

CHITOPANT (CHIT), ELOT-VIS (ELV) und SILIOPANT (SilP) wurden mit drei Kupferverbindungen (Cu Ox = Oxychlorid, Cu Oh = Hydroxid, Okt = Oktanat) und Kombinationen aus *Quillaja*-Saponin (Q) und Netzschwefel (entsprechend 1 kg oder 2 kg pro ha) verglichen. Die Boniturnoten für den Blattschorf sind in Abbildung 2 dargestellt. CHITOPANT, SILIOPANT und ELOT-VIS sind zur direkten Schorfbekämpfung ungeeignet. Durch die Mischung von *Quillaja*-Saponin mit Netzschwefel konnten gute Ergebnisse erreicht werden, wobei durch weitere Versuche im Freiland abgeklärt werden muss, ob es sich um einen physikalischen Effekt (Veränderung der Tropfenform der Infokulationslösung) oder um eine Hemmung der Konidienkeimung handelt, wie auch aus den Konidienkeimtests zu schließen wäre, oder um eine Kombination von beidem. Die Regenstabilität der Kombination muss ebenfalls überprüft werden.

Als Fazit aus den Gewächshausversuchen ergab sich, dass nur wenige Pflanzenextrakte eine vielversprechende Wirkung gegen Apfelschorf zeigten, jedoch offene Fragen zur Regenfestigkeit und UV-Stabilität abgeklärt werden müssen. Die meisten Pflanzenstärkungsmittel zeigten keine oder nur eine geringe Wirkung gegen Schorf und können nicht als Alternative zum Netzschwefel betrachtet werden. Kombinationen aus Quillajasaponin und Netzschwefel sollten in den Versuchen weiterverfolgt werden.

### Ausblick

- Derzeit sind in allen Anwendungsbereichen keine praxisreifen Alternativen in Sicht, einige Präparate befinden sich noch in der Versuchsphase
- Gesteinsmehle haben keine ausreichende Schorfwirkung und können unter Umständen die Berostung erhöhen

- Bei der Netzschwefelanwendung zur Apfelschorfbekämpfung ist Fingerspitzengefühl erforderlich, in der Praxis des ökologischen Obstbaus werden in Anpassung an die jeweilige Wetterlage und die zu erwartenden Temperaturen und Sonneneinstrahlung die Netzschwefelmengen oft bis auf 1 kg je ha und m Kronenhöhe reduziert
- Neue Produkte müssen mit anderen Mitteln einer ökologischen Spritzfolge, wie z. B. dem Granulosevirus, kombinierbar sein
- Die Mehлтаubekämpfung darf nicht losgelöst von der Schorfbekämpfung betrachtet werden, wichtigste Maßnahme ist der Mehlausschnitt.

## Literatur

BOOS, MARKUS; STRAUB, MICHAEL (1997): Regulierung des amerikanischen Stachelbeermehltaus an Schwarzen Johannisbeeren im Ökologischen Obstbau. In: Tagungsband zum 8. Internationalen Erfahrungsaustausch über Forschungsergebnisse zum Ökologischen Obstbau 1997, Seite 37-40.

GOLBA, BEATE (2002): Alternativen zum Einsatz von kupferhaltigen Präparaten im Apfelanbau, Ergebnisse einer Literaturrecherche. Berichte aus der Biologischen Bundesanstalt, Heft 109.

HAUG, PHILIPP (2002): Frühjahr 2002 - Bewährungsprobe in Sachen Schorf. In: Mitteilungen des Beratungsdienstes 2/2002, S. 3-6.

PFEIFFER, BARBARA (1995): Vergleich verschiedener Zusätze zum Netzschwefel bei der Schorfbekämpfung nach der Blüte. In: Tagungsband zum 7. Internationalen Erfahrungsaustausch über Forschungsergebnisse zum Ökologischen Obstbau 1995, Seite 45-48.

PFEIFFER, BARBARA (2002): Greenhouse-Experiments on control of *Venturia inaequalis* - First results. In: Proceedings of the 10th International Conference on Cultivation Technique and Phytopathological Problems in Organic Fruit-Growing and Viticulture 2002, Seite 81-85.

STRAUB, MICHAEL (1995): Ausgewählte Ergebnisse einer zweijährigen Leistungsprüfung biologischer Pflanzenbehandlungsmittel an Apfelbäumen. In: Tagungsband zum 7. Internationalen Erfahrungsaustausch über Forschungsergebnisse zum Ökologischen Obstbau 1995, Seite 40-44.

ZIMMER, JÜRGEN: Versuche zur Schorfbekämpfung 1997. In: Tagungsband zum 8. Internationalen Erfahrungsaustausch über Forschungsergebnisse zum Ökologischen Obstbau 1997, Seite 15-19.

ZIMMER, JÜRGEN (2003): Persönliche Mitteilung zu Mehltauversuchen in den Jahren 2001 und 2002

## Weinbau

### Einsatz von Schwefel im biologischen Weinbau, Chancen und Notwendigkeiten, gibt es Alternativen?

Uwe Hofmann

ECO-CONSULT; International Consultancy of Organic Viticulture,

Prälat Werthmannstrasse 37, 65366 Geisenheim, uhofmann@netart-net.de

### Einleitung

Schwefel zählt neben Kupfer zu den ältesten Pflanzenschutzmitteln im Weinbau. Trotz des sehr langen und auch intensiven Einsatzes dieses Mittels sowohl als Stäubeschwefel wie auch als wasserlöslicher Netzschwefel liegen keine erkennbaren Resistenzen von zu behandelten Schadorganismen gegen das Mittel vor. Im Gegensatz zu den meisten anderen weinbautreibenden Ländern ist in Deutschland nur der wasserlösliche Schwefel als Netzschwefel gegen *Oidium tuckeri* (Echter Mehltau der Reben) sowie im Rahmen der Lückenindikation gegen Blattgallmilben sowie Kräuselmilben zugelassen (Tab. 1).

**Tabelle 1: Zugelassene Schwefelpräparate und deren Indikation im Weinbau**

Mittel /Indikation	Wirkstoff	Beschränkung
<b>PILZKRANKHEITEN</b>		
<b>Oidium</b>		
Compo mehltaufrei, Kumulus WG, Netzschwefel WG, Stulln, Netzschwefel Schacht, Netzschwefelit WG, Netzschwefel 80WP	Schwefel	Vorblüte 0,9 % ab ES 09 – ES 61 Nachblüte 0,2 % 8 Anwendungen, 56 Tage Wartezeit
Hora Thiovit, Thiovit Jet, Asulfa Jet, Sufran Jet <b>Zulassung auch für Tafeltrauben <u>nur</u> im Vorblütebereich</b>		
<b>SCHÄDLINGE</b>		
<b>Pockenmilbe</b>		
Hora Thiovit, Thiovit Jet, Asulfa Jet, Sufran Jet <b>Zulassung auch für Tafeltrauben</b>	Schwefel	3,6 ES 09– 4,8 kg/ha ES61 4 Anwendungen
<b>Kräuselmilbe</b>		
Hora Thiovit, Thiovit Jet, Asulfa Jet, Sufran Jet <b>Zulassung auch für Tafeltrauben</b>	Schwefel	3,6 ES 09– 4,8 kg/ha ES61 4 Anwendungen

Mit dem Auslaufen der Zulassung von Schwefelpräparaten wären für diese Schadorganismen im ökologischen Weinbau keine Pflanzenschutzmittel mehr vorhanden.

Die zugelassenen Aufwandmengen für Schwefel bewegen sich zwischen 3,6 – maximal 4,8 kg/ha und Applikation bei 9 Anwendungen. Dies entspricht einer Gesamtschwefelmenge von 38 kg/ha und Jahr bei Ausschöpfung der zulässigen Gesamtmenge. Durch die Gefahr der Gär- und Geschmacksbeeinträchtigung im Wein haben die zugelassenen Schwefelpräparate in Deutschland eine Wartezeit von 56 Tagen. Die gleichen Präparate haben z. B. in Österreich eine Wartezeit von 28 Tagen.

## Gibt es Alternativen zum Schwefeleinsatz im ökologischen Weinbau?

### Oidiumbekämpfung

Der zu den Ascomyceten zählende Echte Mehltau stellt weltweit die wirtschaftlich wichtigste Rebkrankheit dar. So wurde z. B. der im Jahr 1996 entstandene wirtschaftliche Schaden der australischen Weinwirtschaft durch Oidium mit \$17mio beziffert (MAGAREY 2000). Der Pilz befällt alle Europäerreben, wobei Sorten wie Chardonnay, Kerner, Scheurebe, Müller-Thurgau, Chenin blanc, Cabernet Franc, Carignan Noir, Dolcetto, St. Laurent, Trollinger (Vernatsch) und Portugieser besonders anfällig sind. Weniger anfällig sind die Burgundersorten sowie Cabernet Sauvignon, Syrah oder Tempranillo.

### Die Biologie und das Krankheitsbild des Schaderregers:

Der Pilz überwintert als Mycel zwischen den Knospenschuppen oder als sexuelle Fruchtform Kleistothecium (Dauerspore). Nach dem Austrieb wächst er auf die grünen Rebeile und bildet Konidien, die zu ständigen Neuinfektionen führen können. Der gesamte Vegetationskörper (Mycel und Konidienträger) befindet sich auf der Oberfläche der befallenen Organe, der Pilz lebt ektoparasitisch und heftet sich mittels Appressorien am Wirtsgewebe fest. Zur Nahrungsaufnahme penetriert der Pilz mit einer Saughyphe das Wirtsgewebe, wobei es sich um ein direktes Eindringen, durch die Kutikula der Reborgane handelt.

Die Infektion und die Konidienbildung können sowohl auf der Blattober- wie auch auf der Blattunterseite erfolgen. Neben dem Befall der Blätter und dem damit verbundenen Assimilationsverlust ist der Pilz als Verursacher des Samenbruchs sehr gefürchtet. Er befällt Gescheine und Trauben. Die Gescheine fallen ab, frühzeitig infizierte Beeren trocknen ein, etwa erbsen-große Beeren platzen auf, die Beerenhaut verhärtet sich während das Fruchtfleisch noch weiter wächst (Abb. 1).



**Abb. 1:** Mehltauinfektionen an den Trauben

Für die Entwicklung genügt eine rel. Luftfeuchtigkeit von > 80 %, wobei kein tropfbar flüssiges Wasser für den Infektionsprozess notwendig ist. Optimale Bedingungen sind warme Tage und kühle Strahlungs Nächte. Die Inkubationszeit beträgt je nach Temperatur 7 bis 14 Tage. Die Konidien keimen bereits bei 5 °C und entwickeln sich optimal bei 20 °C.

Die Krankheit nimmt ihren Anfang mit der Infektion der sich entfaltenden Blätter und Triebe im Frühjahr. Zwei Wege der Erstinfektion können dabei auftreten: Zum einen können die im vorangegangenen Sommer gebildeten und am Holz sowie am Boden überwinterten Dauersporen (Kleistothezien) auskeimen und durch Bildung eines Pilzgeflechts eine Neuinfektion setzen. Zum anderen kann die Infektion durch Konidien ausgehen, die von sogenannten Zeigertrieben (flag shoots, drapeaux) gebildet werden. Die Zeigertriebe bilden sich aus den infizierten Winterknospen des Vorjahres (RUMBOLZ 2002). Die Bildung von Zeigertrieben ist stark sortenabhängig. Anfällige Sorten sind Kerner, Müller-Thurgau, Chardonnay sowie Carignan, während die Sorte Merlot nie Zeigertriebe ausbildet. Die kritische Zeit für die Knospeninfektion und damit für die Ausbildung der Zeigertriebe im Folgejahr ist das 3 bis 6 Blatt Stadium (HILL 1999).

Für den biologisch arbeitenden Winzer ist die Kenntnis der Biologie sowie der Infektionsbedingungen des Schaderregers von größter Bedeutung. Denn außer dem Pflanzenschutzmittel Schwefel stehen nur Stärkungsmittel zur Abhärtung der Pflanze bzw. zur Induktion der natürlichen Abwehrkraft zur Verfügung. Gerade die Kenntnis um die Knospeninfektion und die damit einhergehende Bildung von Zeigertrieben hat dazu geführt, dass in biologisch / ökologisch arbeitenden Betrieben schon mit der Austriebsspritzung spätestens aber mit der ersten Behandlung im 3 Blatt-Stadium begonnen wird. Eine frühe kontinuierliche, vorbeugende Abhärtung der Rebe ist das A und O der ökologischen Bekämpfung des Schaderregers.

### **Die Bekämpfung beginnt mit der richtigen Sorten-, Standort-, Erziehungswahl**

Die Bekämpfungsmaßnahmen beginnen aber schon mit dem Anbau widerstandsfähiger Rebsorten sowie der Auswahl standortgerechter Veredelungskombinationen von Edelreis und Unterlage. Es zeigt sich, dass sehr anfällige Sorten für den biologischen Anbau weniger geeignet sind als weniger anfällige Sorten. Allerdings lässt sich die Sortenzusammensetzung eines Betriebes nicht von heute auf morgen ändern auch wenn Umveredlungen heute ohne größere Ertragseinbußen möglich sind. Langfristig werden „Interspezifische“ tolerante oder resistente Sorten von größerer Bedeutung. Aber auch die Lage und die Erziehungsart entscheiden mit über Anfälligkeit oder Widerstandskraft. So sind Standorte mit hohem Infektionsdruck weniger geeignet ebenso Erziehungsarten mit dichter, geschlossener Laubwand. Durch frühe termingerechte Laubarbeit kann das Infektionspotential wesentlich reduziert werden. So sind Kümmertriebe oder Doppeltriebe konsequent auszubrechen und Zeigertriebe frühzeitig zu entfernen. Schon beim Rebschnitt ist darauf zu achten, dass nur gesundes ausge-reiftes Holz bzw. Zapfen angeschnitten werden. Mit Oidiumfiguren bzw. Kleistothezien behaftetes Holz ist aus der Anlage zu verbringen oder einer raschen mikrobiologischen Umsetzung (Kompostierung) auszusetzen. Dies geschieht durch frühes Häckseln des Rebholzes kombiniert mit Kompostausbringung oder der Bodenbehandlung mit Kompostextrakten, Molke – Milchsäurepräparaten sowie den biologisch dynamischen Fladen- und Hornmistpräparaten. Die Ausbringung der Präparate erhöht die mikrobiologische Aktivität und somit die Antagonistentätigkeit am Boden.

### **Direkte Bekämpfung im ökologischen Weinbau**

Trotz der vorbeugenden Kulturmaßnahmen muss auch im ökologischen Weinbau die Rebe durch direkte abhärtende sowie schützende Maßnahmen vor dem Befall durch Oidium geschützt werden.

Neben Schwefel können alle Pflanzenstärkungsmittel, die zur Abhärtung des Blattgewebes beitragen sowie die Natürliche Widerstandskraft der Rebe (Induzierte Resistenz) aktivieren zur Bekämpfung eingesetzt werden. Aus langjährigen Versuchen (HOFMANN 1993, 1998, KAST 1994, KAUER 2000) haben sich folgende Stärkungsmittel als geeignet erwiesen:

Mittel auf der Basis von Kieselsäure – Natrium- sowie Kalium Wasserglas, Kiesel flüssig, Schachtelhalmextrakt

Pflanzenextrakte auf der Basis von *Reynoutria sacchalinensis* – Staudenknöterich – Milsana

Pflanzenextrakte auf der Basis von Fenchel, Anis – HF Pilzvorbeuge

Kombinationspräparate von Wasserglas und HF Pilzvorbeuge – OIKOMB

Mittel auf der Basis von Natriumhydrogencarbonat

Mittel auf der Basis von Molke, Frischmilch, Milchsäurebakterien

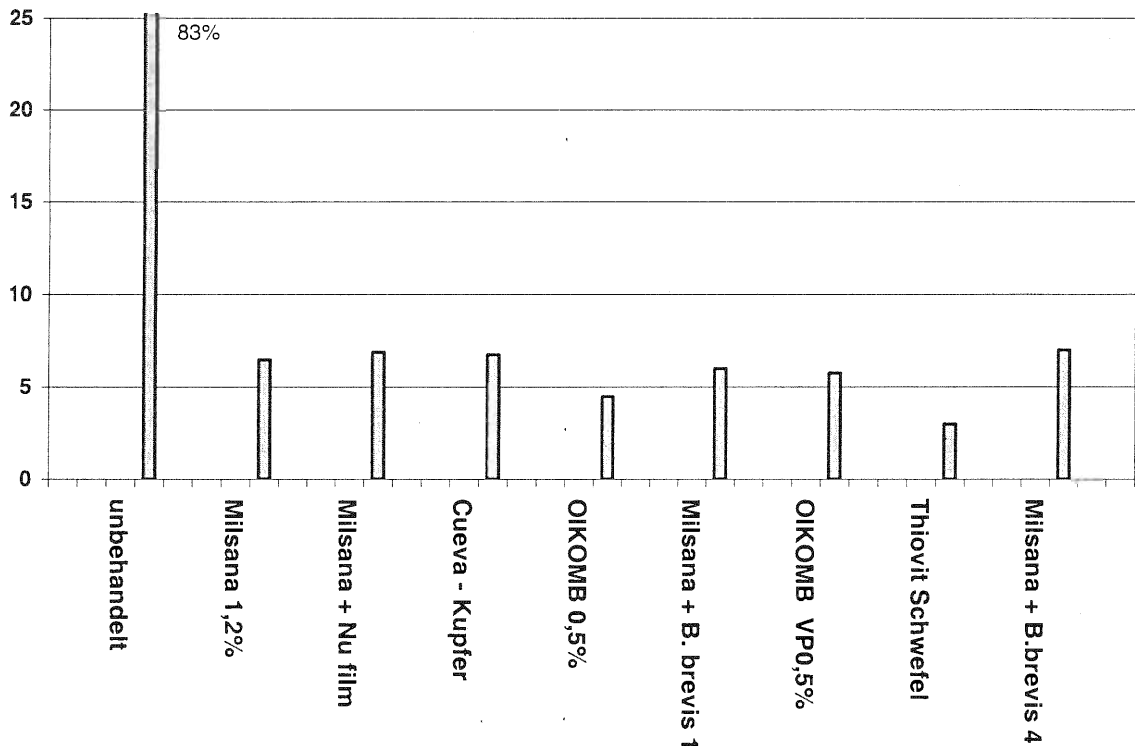
Das Deutsche Pflanzenschutzgesetz definiert und ermöglicht mit dem § 31,31a/b die Anwendung von Pflanzenstärkungsmitteln. Pflanzenstärkungsmittel sind danach Stoffe, die ausschließlich dazu bestimmt sind, die Widerstandskraft von Pflanzen gegen Schadorganismen zu erhöhen sowie /oder Pflanzen vor nicht parasitären Beeinträchtigungen zu schützen. Die Existenz der Pflanzenstärkungsmittel erlaubt es dem ökologischen Anbau in Deutschland eine Vielzahl von „Alternativen“ zu den nach EU VO 2092/91 zugelassenen Pflanzenschutzmitteln legal einzusetzen. In anderen EU- Mitgliedsstaaten gibt es die Regelung der Pflanzenstärkungsmittel nicht, was die Anwendung dieser Mittel erschwert.

### **Versuchsergebnisse aus dem Jahr 2001**

Als Stärkungsmittel wurden Präparate auf der Basis von Kieselsäure sowie Pflanzenextrakte (Milsana, HF Pilzvorbeuge) sowie Mischpräparate OIKOMB im Vergleich zu Netzschwefel und unbehandelt eingesetzt (Abb. 2).

Die Behandlungen erfolgten ab dem Drei-Blatt Stadium im 12 tägigen Rhythmus und wurden entsprechend den Infektionsbedingungen um die Blüte und im Nachblütebereich auf 9 Tage reduziert. Zwischen den Varianten zeigten sich bis in den Juli hinein keine Unterschiede. Der Traubenbefall zeigte sich erst recht spät. Bei der Bonitur am 30.08. waren in der unbehandelten Kontrolle 83 % aller Trauben mit *Oidium* befallen. Der Befall in den Versuchsvarianten lag zwischen 5 – 7 %. In den Varianten Netzschwefel (Thiovit) sowie das Stärkungsmittel OIKOMB lag der Befall bei 3 – 4 %. Diese Wirkung zeigte sich auch in weiteren Versuchen (HOFMANN 2002) und bestätigt die langjährigen Erfahrungen der Anwendung dieser Mittel in der Praxis. Die Abbildung 2 zeigt nochmals in der grafischen Gegenüberstellung die Wirkung der einzelnen Versuchspräparate gegen Echten Mehltau.

### % befallener Trauben durch Oidium 2001



**Abb. 2:** Befallshäufigkeit an Oidium befallenen Trauben in der Versuchsanlage Korb (on farm research) im Jahr 2001

Bei der Betrachtung der einsetzbaren Pflanzenstärkungsmittel muss neben der pflanzenstärkenden Wirkung (Reduktion des Schaderregers, Abhärtung des Pflanzengewebes, Induktion natürlicher Abwehrmechanismen – Phytoalexinbildung) auch mögliche „Nebenwirkungen“ in Betracht gezogen werden.

Die Vorteile der Kieselsäurepräparate (Wasserglas, Oikomb) sind:

- Abhärtende Wirkung gegen Botrytis
- Wundverschluss bei Hagel
- Nebenwirkungen auf Kräuselmilben und Phomopsis in Verbindung mit Schwefel
- Verbesserung der Applikationsfähigkeit / Haftfähigkeit von Schwefel und Kupfer
- Keine Wartezeit, dadurch später Einsatz gegen Botrytis möglich
- Keinen Einfluss auf die Gärung, Geschmack
- Geringe Kosten, jederzeitige Verfügbarkeit

Die Nachteile der Kieselsäurepräparate (Wasserglas, Oikomb) sind:

- Gefahr der Phytotox durch Überkonzentration
- Gefahr der Verbrennungen bei Applikation an heißen Sonnentagen
- Reifeverzögerung (z. T. als Vorteil gesehen im Hinblick auf UTA – Ausprägung)
- Eingeschränkte Mischbarkeit mit anderen Stärkungsmitteln
- Geringe Anwenderfreundlichkeit
- Starke Beanspruchung von Maschinen, Pumpen, Düsen

Die Vorteile von Milsana oder HF – Pilzvorbeuge sind:

- Stoppwirkung auf vorhandenes Pilzmycel (Phytonzidwirkung der ätherischen Öle)
- Positiver Einfluss auf die Nützlingsfauna
- Keine Wartezeit



- Hohe Anwenderfreundlichkeit

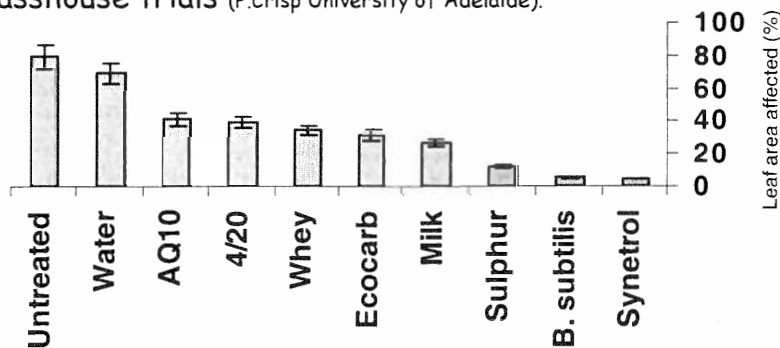
Die Nachteile von Milsana oder HF – Pilzvorbeuge sind:

- Teilweise phytotoxische Reaktionen bei empfindlichen Rebsorten
- Eingeschränkte Mischbarkeit mit anderen Stärkungsmitteln
- Mögliche Beeinflussung des Weinaromas durch die ätherischen Öle?
- Sehr teuer

Weitere Stärkungsmittel sind Präparate auf der Basis von Natriumhydrogencarbonat sowie Molke, Frischmilch sowie Präparate auf der Basis von Milchsäurebakterien oder milchsauer vergorenem Brot (Kanne biol. Pflanzentrunk).

Mit Molke und Frischmilch wurden gute Ergebnisse in Australien von P. CRISP (2002) erzielt (Abb. 3).

Powdery mildew infection (% leaf area colonised) for various treatments assessed one week after three fortnightly treatments applied to diseased vines in glasshouse trials (P.Crisp University of Adelaide).



Dr. Uwe Hofmann International Consultancy of Organic Viticulture, Geisenheim - BRD



**Abb. 3:** Einsatz von Milch und biologischen Antagonisten gegen Oidium (Powdery mildew) im Weinbau

Die Tabelle 2 gibt einen Überblick über die Versuchsergebnisse mit Kanne Biologischer Pflanzenpflege (Pflanzentrunk). 1993 wurden die ersten Versuche mit diesem Präparat durchgeführt. Nach den Empfehlungen der Herstellerfirma wurden Spritzabstände von 21 Tagen gewählt. Diese langen Spritzabstände führten unter den Infektionsbedingungen in Laufen zu einem Befall von 51,5 % gegenüber 93 % in Unbehandelt. In den folgenden Jahren wurden die Spritzabstände mit 10 bis 12 Tagen den Infektionsbedingungen entsprechend gewählt. Im Betrieb Fuchs-Jacobus (Waldlaubersheim) zeigten sich 1994 trotz allgemein starkem Infektionsdruck durch Oidium bei der Sorte Riesling kein Befall hingegen war die anfälligeren Sorte Silvaner mit durchschnittlich 30 % befallen. In den anderen Versuchsanlagen trat so starker Peronosporabefall auf, dass eine Oidiumbonitur nicht mehr möglich war. 1995 wurden die Versuche ausgeweitet, so dass zusätzliche Versuchsflächen in Rheinhessen, der Nahe, der Ahr und der Mosel hinzukamen. Der hohe Befallsdruck in 1995 wird durch den durchgehend hohen Befall in Unbehandelt dokumentiert. In Waldlaubersheim lag der Befall allerdings unter 5 %. Der Befall in den mit Kanne behandelten Flächen lag im Durchschnitt bei 50 – 60 % gegenüber 16 bis 55 % bei Einsatz von Schwefel und 100 % in Unbehandelt. 1996 trat in den

unbehandelten Kontrollen jeweils stärkerer Befall bis 98 % auf. In den behandelten Flächen lag der Befall bei Kanne zwischen 0 bis 23 % in der Schwefel-Kontrolle bei 0 bis 18 %. 1997 zeigte das Präparat bei der alleinigen Anwendung (ohne Kupfer) eine geringere Wirkung, wobei das Befallsniveau insgesamt aufgrund der erst späten Entwicklung von *Oidium* niedriger lag als in den Jahren zuvor.

**Tabelle 2: Versuchsergebnisse zur Bekämpfung von *Oidium* mit Kanne Biologischer Pflanzenpflege in den Jahren 1993 bis 1996 (HOFMANN 1999)**

Standorte	1993			1994		
	unbeh.	Kontr.	Kanne	unbeh.	Kontr.	Kanne
Guntersblum	76	0,5	21			
Laufen (Baden)	93	22	51,5			
Waldlaubersheim						
Riesling					< 1	< 2
Silvaner					32	29
	1995			1996		
	unbeh.	Kontr.	Kanne	unbeh.	Kontr.	Kanne
Waldlaubersheim						
Riesling		< 1	< 1			
Silvaner		< 2	< 2			
Grauburgunder		< 1	< 3	< 3	< 1	< 1
Weißburgunder		< 1	< 2	< 2	< 1	< 2
Gewürztraminer		< 2	< 3	< 2	< 1	< 1
Korb	100	17	11			
Bad Kreuznach	100	16	55			
Biebelsheim	100	57,5	58	98	18	23
Ahrweiler		29	60			
Trier				64	0	5

Die Vorteile der Molke, Frischmilch, Milchsäurepräparate sind:

- Es handelt sich um Lebensmittel
- Positiver Einfluss auf die Nützlingsfauna
- Keine Einschränkung in der Mischbarkeit
- z.T. zusätzlich düngende Wirkung
- Reduktion der Phytotox von Wasserglas bei gleichzeitigem Einsatz
- Keine Wartezeit

Die Nachteile der Molke, Frischmilch, Milchsäurepräparate sind:

- Mögliche Beeinflussung der Gärung
- Auslösung eines unerwünschten Biologischen Säureabbaus
- Geschmacksbeeinflussung bei zu später Anwendung

Neben den Stärkungsmitteln bekommen die mikrobiologischen Antagonisten in der Bekämpfung des Echten Mehltaus eine immer größere Bedeutung insbesondere in Südeuropa sowie der Neuen Weinwelt. Als wirkungsvolle Mittel auf der Basis von Mikroorganismen / Antagonisten haben sich die Präparate AQ 10 – *Ampelomyces quisqualis* - sowie Serenade - *Bacillus subtilis* – erwiesen ( CRISP 2002).

### **Blattgallmilben, Kräuselmilben**

Neben Schwefel stehen dem ökologischen Weinbau keine Pflanzenschutzmittel zur Bekämpfung der Schaderreger zur Verfügung. Erfahrungen in der Eindämmung von Kräuselmilben mit Wasserglas (KAST 1994) in Kombination mit Schwefel werden in der Praxis des ökologischen Weinbaus zwar bestätigt. Die Wirkung lässt sich aber nicht eindeutig auf das Wasserglas reduzieren. Vielmehr hat die abhärtende Wirkung des Wasserglas auf das Blattgewebe einen Nebeneffekt auf die „Fraßaktivität“ der Schadorganismen. Weitere „Alternativen“ abgesehen von den natürlichen Feinden der Schadmilben stehen dem ökologischen Weinbau nicht zur Verfügung.

### **Zusammenfassung**

Die breite Wirkung des Schwefels (Stäubeschwefel, Netzschwefel) gegen unterschiedliche Schaderreger macht den weiteren Einsatz des Mittels sinnvoll und notwendig.

Beim Einsatz von Schwefel sind seine Nebenwirkungen (Raubmilbenbeeinflussung, Gär- und Geschmacksbeeinflussung) zu beachten.

Schwefel stellt neben Kupfer eines der wichtigsten Pflanzenschutzmittel im ökologischen Weinbau dar.

Die möglichen Alternativen auf der Basis von Pflanzenstärkungsmitteln müssen auf ihre Wirkung (Abhärtung, Induzierte Resistenz, Nahrungskonkurrenz) wie auch Nebenwirkungen weiter untersucht und ihre Formulierungen verbessert werden.

Der Einsatz von biologischen Präparaten z. B. AQ 10 oder Serenade gegen Oidium ist zu prüfen und gegebenenfalls zuzulassen.

### **Literatur**

CRISP, P. ET AL. (2002): Novel control of grapevine powdery mildew – Proceedings of 7th International Organic Viticulture and Wine Congress – Canada – Victoria

HILL, G. (1999): Zeigertriebe zur Frühprognose nutzen, das deutsche Weinmagazin Heft 10, 22-26

HOFMANN, U. (1993): Pflanzenstärkungsmittel gegen Oidium, das deutsche Weinmagazin, Heft 19, 14 – 21

HOFMANN, U. (1998): Oidiumbekämpfung im Sinne der Natur, das deutsche Weinmagazin, Heft 6, 35 – 37

HOFMANN, U. (1999): Einsatz von Pflanzenstärkungsmitteln im ökologischen Weinbau; Berichte aus der BBA, Heft 50, 21 - 24

HOFMANN, U. (2002): Abschlussbericht BÖW Ringversuch 2001 - unveröffentlicht

KAST, W. (1994): Wasserglas gegen Mehltau und Milben – Der Deutsche Weinbau Heft 15, 24-25

MAGAREY, P.A. ET AL (2000): Principles for managing the foliage diseases of grapevine with low input of pesticides, in: Proceedings 6th International Congress of organic viticulture Basel 2000 , Söl Sonderausgabe Nr. 77, 140-147

## Schwefeinsatz im ökologischen und integrierten Weinbau - aktuelle Situation und Ergebnisse zu Schwefelreduzierungsstrategien

Beate Berkelmann-Löhnertz\*, Randolph Kauer\*\*

\* Forschungsanstalt Geisenheim, Fachgebiet Phytomedizin

\*\* Fachhochschule Wiesbaden, Studienort Geisenheim, Fachbereich Weinbau und Oenologie, Von-Lade-Str. 1, D - 65366 Geisenheim

Im Weinbau ist der Echte Mehltau der Weinrebe (Anamorph: *Oidium tuckeri*; Teleomorph: *Uncinula necator*) die Hauptindikation für den Einsatz von Netzschwefel. Schwefel gehört neben Kupfer zu den ältesten Fungiziden weltweit. Insbesondere im Weinbau werden diese Pflanzenschutzmittel seit Jahrzehnten eingesetzt. Aufgrund ökotoxikologischer Probleme bei der Dauerkultur Rebe aber auch vor dem Hintergrund der Schädigung von Nutzorganismen müssen sich beide Fungizide einer kritischen Revision unterziehen.

Im **integrierten Weinbau** ist Netzschwefel als einziges anorganisches Oidium-Fungizid von großer Bedeutung. Der Einsatzzeitpunkt beschränkt sich im integrierten Weinbau auf die Entwicklungsstadien „Austrieb“ (Makrostadien 0 bis 1) sowie „Vorblüte“ und ggf. „abgehende Blüte“ bzw. „Nachblüte“ (Makrostadien 1 bis 6). Die nachfolgende Tabelle enthält eine Übersicht der Hauptschaderreger der Rebe und Beispielspritzfolgen (Tab. 1). In einigen Fällen wurden bewusst Mittelgruppen bzw. Eigenschaften und Anforderungen der Präparate und keine Einzelpräparate genannt.

**Tab. 1: Integrierter Weinbau: Hauptschaderreger der Rebe und Beispielspritzfolgen**

Indikation	Austrieb	1. Vorblüte	2. Vorblüte	abgehende Blüte	Nachblüte	vor Traubenschluss	nach Traubenschluss	Abschlussbehandlung
<i>Plasmopara viticola</i>		Optional	kontakt	kurativ	kurativ	Strobilurin	kontakt	kontakt/Cu
<i>Oidium tuckeri</i>		<b>Netz Schwefel</b>	<b>Netzschwefel</b>	Vento (+Netzschwefel)	Prosper (+Netzschwefel)	Strobilurin	Vento/DMI	DMI
<i>Botrytis cinerea</i>						Teldor		Switch
Traubenschwammler						Steward/B.t.		
Blattgallm. Kräuselw.	<b>Netzschwefel</b>							

Die Tabelle zeigt, dass erst zum Entwicklungsstadium „abgehende Blüte“ ein organisches Oidium-Fungizid zum Einsatz kommt. Vor dem Hintergrund eines erfolgreichen Antiresistenzmanagements kommt somit der zweimaligen Applikation von Netzschwefel zu Beginn der Vegetationsperiode eine bedeutende Rolle zu. Da sich außerdem in den letzten Jahren die Anzahl der Mittelgruppen zur Bekämpfung des Echten Mehltaus erhöht hat, ist derzeit ein Präparatewechsel zwischen den Mittelgruppen ohne weiteres möglich, um der Ausbildung resistenter Schaderregerstämme vorzubeugen. Die derzeit zugelassenen Fungizide zur Be-

kämpfung des Echten Mehltaus und deren Gruppierung gibt Tabelle 2 wieder (Stand: Juni 2003; ANONYM, 2003).

**Tab. 2: Integrierter Weinbau: Zugelassene Oidium-Fungizide und deren Zugehörigkeit zu Mittelgruppen sowie Wirkmechanismus bzw. -ort (Stand: Juni 2003)**

Kategorie	Handelspräparat	Wirksubstanz	Wirkstoffgruppe	Wirkungsort
I	Netzschwefel	Schwefel	anorg. Fungizid	unspezifisch
II	Castellan Folicur EM Topas	Fluquinconazol Tebuconazol + Tolyfluanid Penconazol	DMI-Fungizide (Demethylierungs- inhibitoren)	Ergosterol- Biosynthese- hemmer
III	Discus Flint Quadris Stroby WG	Kresoxim-methyl Trifloxystrobin Azoxystrobin Kresoxim-methyl	Strobilurine	Atmungskette
IV	Prosper	Spiroxamine	Spiroketalamine	Ergosterol- Biosynthese- hemmer; bisher keine Kreuz- resistenz mit DMI bekannt
V	Vento	Quinoxifen + Fenari- mol	Chinoline	Störung enzymatischer Signalübertragung auf G-Proteine

Über den § 18 a der Lückenindikation ist Netzschwefel auch zur Bekämpfung von Gallmilben im Weinbau zugelassen. So sind bei reduziertem Einsatz von Netzschwefelapplikationen erhöhte Populationsdichten der Blattgallmilbe (*Eriophyes vitis*) sowie der Kräuselmilbe (*Calepitrimerus vitis*) zu verzeichnen. Im Bereich der Schädlinge der Rebe sind erwünschte Nebenwirkungen des Einsatzes von Netzschwefel gegenüber Spinnmilben (*Panonychus ulmi*) zu verzeichnen.

Im ökologischen Weinbau spielt der Einsatz von Netzschwefel seit Jahren eine zentrale Rolle. Um die Ist-Situation darzustellen, wurden im Rahmen einer Diplomarbeit an der FH Wiesbaden, Studienort Geisenheim, Daten zum Rebschutz im ökologischen Weinbau erfasst. Parallel werden seit mehreren Jahren Versuche zur Minimierung oder zum völligen Ersatz von Netzschwefel bei der ökologischen Traubenproduktion auf ökologisch bewirtschafteten Versuchsflächen der Forschungsanstalt Geisenheim durchgeführt.

Tabelle 3 zeigt die Einsatzhäufigkeit und die Applikationsmengen verschiedener Pflanzenschutz- und Pflanzenpflegemittel gegen *Oidium tuckeri* im ökologischen Weinbau für den

Zeitraum 1998 bis 2000. Diese Daten basieren auf einer Befragung von 75 bzw. 78 Weinbaubetrieben (RODEHUTH, 2001).

**Tab. 3: Ergebnisse einer Befragung von 75 bzw. 78 Winzern zum Einsatz von Pflanzenschutz- und Pflanzenpflegemitteln gegen *Oidium tuckeri* (RODEHUTH, 2001)**

Jahr	1998		1999		2000	
	a	b	a	b	a	b
Schwefel	27,8	75	27,7	78	30,4	78
Bioblatt	3,8	2	5	5	3,5	5
BioCoN	23	3	18,3	3	22	4
BioCoS	17	6	18,6	5	17,6	5
Bionomic	5,2	11	6	8	4,1	8
Equisetum	12,3	4	15,4	4	5,3	3
Gesteinspuder	7,4	4	7,9	5	10,4	3
Kaliumsilikat	8	2	11,6	3	5,8	3
Kräuterkiesel	1,8	2	2,8	1	2,8	2
Natriumbicarbonat	8,5	2	19,9	10	21,1	20
Oikomb	7,3	7	5,3	9	5,6	4
Öl (Para Sommer)	20	1	11,5	1	2,7	3
Phytofit	6,9	2	2,6	3	0	0
Seife	8,6	4	6,8	7	9,4	5
Telmion / Rapsöl	10,5	2	8,6	3	5,4	2
Wasserglas	14,4	22	14,8	21	10,9	21
a	Mengen in kg / ha bzw. l/ha					
b	Anzahl Betriebe					

Es zeigte sich, dass Netzschwefel von 100 % der Betriebe eingesetzt wurde. Die Aufwandsmengen bewegten sich hierbei im Rahmen der Zulassung zwischen 3-4 kg/ha bei durchschnittlich acht bis zehn Applikationen. Es muss festgestellt werden, dass aus dem Bereich der Pflanzenstärkungsmittel nur die Präparate Wasserglas und Natriumbicarbonat von Bedeutung sind. Weitere in Tabelle 3 aufgeführte Präparate sind nur in wenigen Betrieben im Einsatz. Positiv im Sinne einer Schwefelreduzierung ist zu verzeichnen, dass der Einsatz von Natriumbicarbonat (Steinhauers Mehlauschreck®) deutlich zunimmt, wobei für den Zeitraum 1998-2000 noch kein Einfluss auf die Netzschwefelgaben pro ha verzeichnet werden kann.

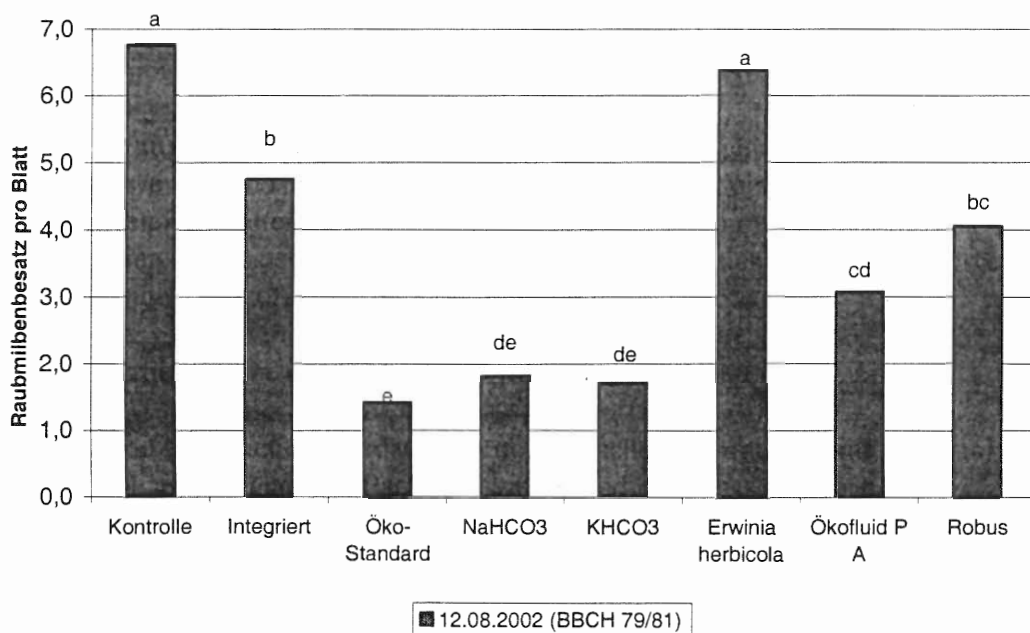
Tabelle 4 zeigt die Häufigkeit von Pflanzenschutzapplikationen im ökologischen Weinbau im Zeitraum 1998 bis 2000 für zehn Anbauggebiete in Deutschland. Im Durchschnitt wurden pro ha und Jahr etwa zehn Behandlungen durchgeführt, wobei sich ein deutliches „Süd-Nord“-Gefälle ergab.

**Tab. 4:** Häufigkeit der Applikationen im ökologischen Weinbau (RODEHUTH, 2001)

	1998	1999	2000
<b>Deutschland gesamt</b>	9,7	10,3	9,6
<b>Ahr</b>	7,0	6,0	8,0
<b>Franken</b>	9,0	9,4	8,4
<b>Mittelrhein</b>	6,3	5,7	7,3
<b>Mosel-Saar-Ruwer</b>	9,3	9,3	10,3
<b>Nahe</b>	8,0	10,0	8,3
<b>Pfalz</b>	9,6	9,6	9,3
<b>Rheingau</b>	7,7	7,7	7,7
<b>Rheinhessen</b>	8,9	9,4	8,7
<b>Württemberg</b>	11,7	11,1	10,0
<b>Baden</b>	11,1	12,5	11,5

In den nördlichen Anbaugebieten lag die Zahl der Applikationen tendenziell unter zehn, wohingegen für Württemberg und Baden eine Anzahl von zehn bis zwölf Applikationen angegeben wurde. Dieses Ungleichgewicht ist im Wesentlichen auf den höheren Befallsdruck durch *Plasmopara viticola* in Süddeutschland zurückzuführen.

Im Rahmen der Untersuchungen zu Kupfer- und Netzschwefelreduzierungsstrategien werden seit 1996 am Standort Geisenheim praxisorientierte Spritzfolgen für den ökologischen Weinbau getestet und u. a. deren Auswirkungen auf den Raubmilbenbesatz untersucht. Abbildung 1 gibt hierzu exemplarisch und stellvertretend ein Ergebnis aus dem Jahre 2002 wieder (SCHMIDT, 2002).

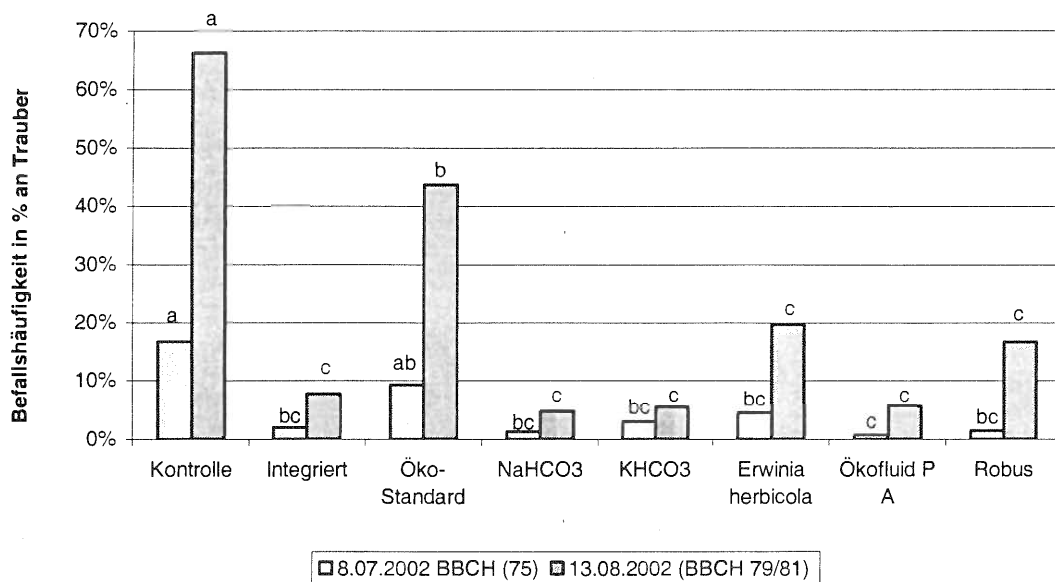


**Abb. 1:** Raubmilbenbesatz pro Blatt an dem Boniturtermin in Geisenheim 2002  
Signifikant unterschiedliche Mittelwerte sind mit unterschiedlichen Buchstaben markiert.

Obwohl durch keine der untersuchten Spritzfolgen die Raubmilbenpopulation unter den empfohlenen Wert von einer Raubmilbe pro Blatt reduziert wurde, so zeigt sich doch der Einfluss der durchgehenden Netzschwefelgaben in der Variante Öko-Standard im Vergleich zur integrierten Bewirtschaftung, in der Netzschwefel nur in der ersten Phase der Vorblüte appliziert wurde. Ähnliche Auswirkungen sind jedoch auch in den schwefelfreien Varianten Natrium- bzw. Kaliumbicarbonat zu verzeichnen. Zu den Varianten *Erwinia herbicola*, Ökofluid-P und Robus können trotz guter Ergebnisse beim Raubmilbenbesatz noch keine abschließenden Aussagen zur Praxistauglichkeit der Präparate und Strategieempfehlungen getroffen werden.

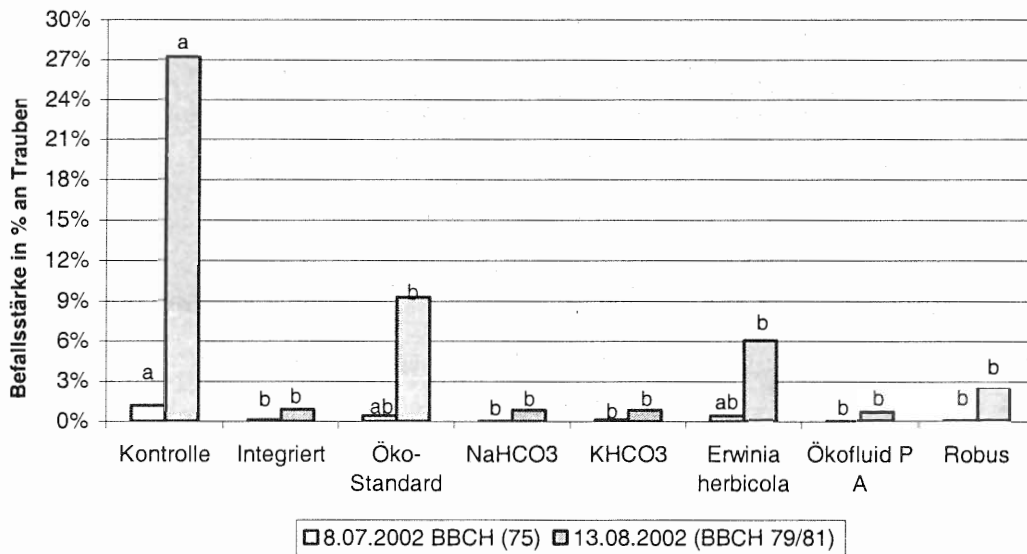
Bezüglich der Optimierung des Schwefelesinsatzes zur Bekämpfung von *Oidium tuckeri* ist die Temperatur von großer Bedeutung. Details zur Wirkungsdauer von Netzschwefel in Abhängigkeit vom Temperaturmittelwert sind der Publikation von WAGENTZ & HILL (1995) zu entnehmen.

Die Abbildungen 2 und 3 zeigen den Befall durch *Oidium tuckeri* bei verschiedenen praxisorientierten Spritzfolgen und Versuchsspritzfolgen innerhalb des Anbausystems ökologischer Weinbau im Jahr 2002 (SCHMIDT 2002).



**Abb. 2:** Befallshäufigkeit in % von *Oidium tuckeri* an Trauben an den einzelnen Boniturturterminen in Geisenheim 2002  
Signifikant unterschiedliche Mittelwerte sind mit unterschiedlichen Buchstaben markiert.





**Abb. 3:** Befallsstärke in % von *Oidium tuckeri* an Trauben an den einzelnen Boniturterminen in Geisenheim 2002  
Signifikant unterschiedliche Mittelwerte sind mit unterschiedlichen Buchstaben markiert.

Es zeigte sich, dass Möglichkeiten bestehen, innerhalb des ökologischen Weinbaus die Netzschwefelgaben zu verringern. Im Vergleich zur Öko-Standard-Bewirtschaftung mit durchgehenden Netzschwefelgaben ergaben sich insbesondere bei den Ersatzstrategien durch Na- und Kaliumbicarbonat signifikant bessere Behandlungsergebnisse als beim Netzschwefeleinsatz. Diese unterschieden sich bei der Betrachtung der Befallshäufigkeit und der Befallsstärke an Trauben nicht von denen des integriert bewirtschafteten Versuchsgliedes.

Bei der Diskussion dieser Ergebnisse muss jedoch der allgemein geringe Befallsdruck in der Versuchsanlage im Jahr 2002 beachtet werden (max. 27 % Befallsstärke in der Kontrolle). Die Untersuchungsergebnisse erfordern daher eine Fortsetzung, um die Resultate über mehrere Jahre und Befallsituationen verifizieren zu können.

Weiterhin können derzeit noch keine Aussagen zur Schädlingentwicklung im Bereich der Schadmilben beim Verzicht auf Netzschwefel getroffen werden. Aus diesem Grunde wird ein Wechsel von Netzschwefel auf Bicarbonatbehandlungen von den Beratern erst für die Nachblütephase empfohlen.

**Zusammenfassend bleibt festzuhalten, dass derzeit ein Verzicht auf Netzschwefel nicht möglich ist.** Dies gilt für den integrierten Weinbau und mehr noch für den ökologischen Anbau von Keltertrauben:

- **integrierter Weinbau:**
  - Netzschwefel stellt einen wichtigen Baustein im Rahmen eines erfolgreichen Anti-Resistenz-Managements bei der *Oidium*-Bekämpfung dar
- **ökologischer Weinbau:**
  - Schwefelverzicht nicht möglich!
  - bisher untersuchte Alternativen (Bicarbonat) sind wirksame Bausteine bei Reduzie-

rungsstrategien und zeigen positive Auswirkungen auf die Weinqualität

- Wirkung des Netzschwefels gegenüber **Blattgallmilben** und **Kräuselmilben** (§ 18 a) sowie erwünschte Nebenwirkungen gegenüber **Spinnmilben**
- **leider:** Beeinträchtigung von Schlupfwespen- (NN 380) und Raubmilbenpopulationen (NN 234)

## Literatur

ANONYM (2003): Pflanzenschutzmittel-Verzeichnis Teil 3, Weinbau, 51. Auflage 2003, ISSN 0178-0611

RODEHUTH, P. (2001): Ökologischer Weinbau in Deutschland – Ergebnisse einer Betriebsbefragung zu Praxis und Perspektiven. Diplomarbeit FH Wiesbaden, Studienort Geisenheim, Fachbereich Weinbau und Oenologie.

SCHMIDT, M. (2002): Reduzierung des Kupfer- und Netzschwefeleinsatzes im ökologischen Weinbau durch Pflanzenstärkungsmittel (Phosphonate und Bicarbonate) unter besonderer Berücksichtigung der Rückstandsproblematik. Diplomarbeit FH Wiesbaden, Studienort Geisenheim, Fachbereich Weinbau und Oenologie.

WAGENITZ, J. & HILL, G. K. (1995): Spritzabstände bei Netzschwefeleinsatz. Das Deutsche Weinmagazin. 13/14, S. 78 – 80.