

Kupfereinsatz von Schweizer Biobauern in verschiedenen Kulturen

Bernhard Speiser¹, Esther Mieves² und Lucius Tamm¹

¹Forschungsinstitut für biologischen Landbau FiBL, 5070 Frick, Schweiz

²Universität Kassel, Fachgebiet Ökologischer Pflanzenschutz, 37213 Witzenhausen, Deutschland

Auskünfte: Bernhard Speiser, E-Mail: bernhard.speiser@fibl.org



Abb. 1 | Der blaue Belag auf diesen Rebpfählen zeugt von jahrzehntelanger Anwendung hoher Kupfermengen (Bild aus dem Jahr 1989). (Foto: Andreas Häseli, FiBL)

Einleitung

Bereits in den 1880er Jahren wurde Kupfer in Schweizer Rebbergen eingesetzt, um den Falschen Mehltau (*Plasmopara viticola*) zu bekämpfen. Im Zeitraum zwischen 1920 und 1960 wurden sehr hohe Kupfermengen verwendet; manche Winzer brachten im Durchschnitt bis zu 50 kg/ha/Jahr aus (Räz *et al.* 1987) (Abb. 1). In Deutschland wurden teilweise bis 80 kg/ha/Jahr und mehr eingesetzt (Kühne *et al.* 2009).

Heute ist für Kupferfungizide die Höchstmenge begrenzt. Die Begrenzung bezieht sich immer auf den Reinkupferanteil, welcher in den einzelnen Wirkstoffen (Kupferhydroxid, Kupferoxychlorid, Bordeauxbrühe etc.) enthalten ist. In der Schweiz werden Höchstmengen für Kupferfungizide erstens durch die Zulassungsstelle für Pflanzenschutzmittel (Bundesamt für Landwirtschaft BLW) festgelegt und gelten für die Landwirtschaft generell. Zweitens legt die Bioverordnung Höchstmengen für

alle Bioproduzenten fest, und drittens legen die Richtlinien von Bio Suisse Höchstmengen für ihre Mitglieder fest. Gemäss Pflanzenschutzmittelverzeichnis des BLW dürfen in den meisten Kulturen 4 kg/ha/Jahr Reinkupfer eingesetzt werden, in Reben 6 kg/ha/Jahr. Die Bioverordnung legt auch für Reben eine Höchstmenge von 4 kg/ha/Jahr fest. Diese muss über einen Zeitraum von fünf Jahren eingehalten werden; in einzelnen Jahren dürfen bis 6 kg/ha/Jahr eingesetzt werden. Bio Suisse schränkt zusätzlich den Kupfereinsatz in Beerenkulturen auf 2 kg/ha/Jahr ein und im Kernobstanbau auf 1,5 kg/ha/Jahr. Bei akutem Risiko von Feuerbrand dürfen jedoch bis 4 kg/ha/Jahr eingesetzt werden, sofern dafür eine kantonale Bewilligung vorliegt.

Da sich Kupfer im Boden anreichert, wird sein Einsatz im Biolandbau immer wieder kritisiert. Dabei wird meist angenommen, dass die erlaubten Höchstmengen auch tatsächlich eingesetzt werden. Wir vermuteten hingegen, dass die auf Biobetrieben eingesetzte Kupfermenge

tiefer liegt, da sich Schweizer Bioproduzentinnen und Bioproduzenten der Kupferproblematik bewusst sind und grosse Anstrengungen zur Kupferminimierung unternehmen. Die hier beschriebene Befragung von Biobauern liefert erste Zahlen zum effektiven Kupfereinsatz in der Praxis.

Methoden

Befragung

Für diese Untersuchung wurden insgesamt 38 Produzentinnen und Produzenten von Bio Suisse befragt. Grundlage waren die Pflanzenschutzzeichnungen, welche für die Betriebskontrolle gemacht werden. Die Umfrage umfasste die Jahre 2009–2012.

Für Früchte und Gemüse befragten wir eine beschränkte Anzahl ausgewählter Produzenten. Ausgewählt wurden die wichtigsten Lieferanten eines Detaillisten. Die Befragten liefern einen beträchtlichen Anteil der Schweizer Bioproduktion (Tab. 1), sind jedoch in Bezug auf die Betriebsgrösse oder Region nicht unbedingt repräsentativ. Wir vermuten, dass die befragten Betriebe überdurchschnittlich gross sind, und es liegt eine Übervertretung der Ostschweiz vor.

Für Wein wurde ein Aufruf unter den Produzentinnen und Produzenten von Bio Suisse gemacht, worauf zwölf Biowinzer den Kupferverbrauch auf ihrem Betrieb meldeten. Anders als in den Bereichen Früchte und Gemüse fehlen in unserer Auswahl jedoch einige wichtige Winzerbetriebe. Zudem liegt der Anteil der mit PIWI-Sorten bestockten Flächen (PIWI = pilzwiderstandsfähig) in unserer Befragung über dem gesamtschweizerischen Flächenanteil dieser Sorten. Die Hochrechnung zum flächengewichteten Durchschnitt (siehe unten) korrigiert jedoch diese Verzerrung.

Auswertung

Der Kupfereinsatz pro Kultur wurde als flächengewichteter Durchschnitt über alle Produzenten und Jahre berechnet.

Aus den Daten für Feldgemüse und Kartoffeln wurde zudem der durchschnittliche Kupfereinsatz für Fruchtfolgeflächen (über alle Kulturen) wie folgt hochgerechnet: (i) Von den Fruchtfolgekulturen dürfen Kartoffeln, Karotten, Sellerie und Kohl mit Kupfer behandelt werden. (ii) Für diese vier Kulturen wurde der flächengewichtete Kupfereinsatz ermittelt. (iii) Auf einem genauer untersuchten Modellbetrieb machten diese vier Kulturen zusammen 52 % der Fruchtfolgeflächen aus. (iv) Entsprechend wurde der Kupfereinsatz auf die gesamte Fruchtfolgefläche (alle Kulturen = 100 % der Fläche) hochgerechnet. >

Zusammenfassung

Der Einsatz von Kupferfungiziden ist heute mengenmässig begrenzt. Für Schweizer Bioproduzentinnen und Bioproduzenten gelten Beschränkungen durch die Zulassungsstelle für Pflanzenschutzmittel, durch die Bioverordnung und durch die Richtlinien von Bio Suisse. Die Höchstmengen betragen 1,5 kg/ha/Jahr für Kernobst, 2 kg/ha/Jahr für Beeren und 4 kg/ha/Jahr für die übrigen Kulturen. Wir untersuchten, wie viel Kupfer in der Praxis tatsächlich ausgebracht wird.

Für diese Untersuchung wurden Produzentinnen und Produzenten von Bio Suisse zum Kupfereinsatz in den Jahren 2009–2012 befragt. Mit einer Hochrechnung wurde der durchschnittliche Kupfereinsatz für Fruchtfolgeflächen und für Rebflächen ermittelt.

Der durchschnittliche Kupfereinsatz lag bei Äpfeln, allen Beerenarten, Kohl, Tomaten, Gurken und resistenten Rebsorten unter 1 kg/ha/Jahr. Bei Birnen, Aprikosen und Karotten lag er zwischen 1 und 2 kg/ha/Jahr und bei Kirsche, Kartoffel, Sellerie und traditionellen europäischen Rebsorten über 2 kg/ha/Jahr. Der durchschnittliche Kupfereinsatz auf Fruchtfolgeflächen betrug 0,7 kg/ha/Jahr, derjenige auf Rebflächen 2,5 kg/ha/Jahr.

Diese Befragung zeigt, dass Schweizer Biobauern deutlich weniger Kupfer einsetzen als die zugelassenen Höchstmengen. Der Biolandbau verfolgt heute eine kombinierte Strategie zur Kupferminimierung, welche den Anbau resistenter Sorten, Anpassungen in der Kulturführung, Optimierungen beim Kupfereinsatz und den Einsatz alternativer Produkte beinhaltet.

Tab. 1 | Befragte Produzentinnen und Produzenten, durchschnittlicher Kupfereinsatz und Ausschöpfung der Höchstmengen für verschiedene Kulturen. Die erlaubten Höchstmengen variieren je nach Kultur (siehe Einleitung).

Kultur	Befragte Produzenten		Kupfermenge (kg/ha/Jahr)	Ausschöpfung der Höchstmenge (%)
	Anzahl	Anteil an der Biofläche (%)		
Obstbau	13			
Äpfel	10	50	0,9	60
Birnen	6	50	1,2	80
Aprikosen	3	40	1,7	43
Kirschen	2	10	2,5	63
Brombeeren	2	50	0,6	30
Erdbeeren	5	30	0,4	20
Heidelbeeren, Himbeeren, Johannisbeeren	5	30	0,1	5
Kartoffeln und Feldgemüse	7			
Kartoffeln	6	10	2,8	70
Karotten	4	*	1,4	35
Sellerie	3	*	2,7	68
Kohl	6	*	0,1	3
<i>Hochrechnung auf Fruchtfolgeflächen</i>			0,7	
Gewächshauskulturen	6			
Tomaten	5	*	0,2	5
Gurken	6	*	0,1	3
Reben	12			
Europäersorten	8	11	2,9	73
PIWI-Sorten	9	8	0,5	13
<i>Hochrechnung auf Rebflächen</i>			2,5	

*Für diese Kulturen konnte der Anteil an der Biofläche nicht bestimmt werden.

Die Daten aus dem Weinbau wurden separat nach den zwei Sortengruppen europäische Rebsorten und PIWI-Sorten ausgewertet, da erstere wesentlich anfälliger auf den Falschen Mehltau sind. Den durchschnittlichen Kupfereinsatz im Schweizer Bioweinbau rechneten wir so hoch: (i) Für den Schweizer Bioweinbau wird der Anteil der Europäersorten auf 75 % geschätzt und der Anteil der PIWI-Sorten auf 25 % (persönliche Mitteilung von Andreas Häseli, FiBL). (ii) Für die beiden Sortengruppen ermittelten wir separat den durchschnittlichen Kupfereinsatz. (iii) Dann errechneten wir den flächengewichteten Durchschnitt über beide Sortengruppen.

Resultate

Der durchschnittliche Kupfereinsatz unterschied sich je nach Kultur sehr stark (Tab. 1). Bei Äpfeln, allen Beerenarten, Kohl, Tomaten und Gurken lag er unter 1 kg/ha/Jahr. Bei Birnen, Aprikosen und Karotten lag er zwischen 1 und 2 kg/ha/Jahr, und bei Kirschen, Kartoffeln und Sellerie lag er über 2 kg/ha/Jahr. Im Rebbau war der Kupfereinsatz für PIWI-Sorten fast sechsmal tiefer als für Europäersorten. Der auf eine durchschnittliche Fruchtfolgefläche hochge-

rechnete Kupfereinsatz betrug 0,7 kg/ha/Jahr, der auf eine durchschnittliche Rebfläche hochgerechnete 2,5 kg/ha/Jahr.

Die Höchstmengen der Kupferanwendung wurden sehr unterschiedlich ausgeschöpft (siehe Tab. 1, letzte Spalte). Bei Erdbeeren, Heidelbeeren, Himbeeren, Johannisbeeren, Kohl, Tomaten und Gurken wurden weniger als 25 % der Höchstmenge eingesetzt. Bei Aprikosen, Brombeeren und Karotten wurden zwischen 25 und 50 % der Höchstmenge eingesetzt, bei Äpfeln, Birnen, Kirschen, Kartoffeln und Sellerie mehr als 50 %. Im Rebbau variierte die Ausschöpfung der Höchstmenge stark zwischen PIWI-Sorten und Europäersorten. Im Kern- und Steinobstanbau gab es einige wenige Produzentinnen und Produzenten, welche die Höchstmenge ausschöpften. In den übrigen Kulturen wurde sie von niemandem unter den Befragten ausgeschöpft.

Diskussion

Diese Befragung zeigt, dass Schweizer Biobauern im Durchschnitt deutlich weniger Kupfer einsetzen als die zugelassenen Höchstmengen. Die Auswirkungen des



Abb. 2 | Mit der Unterblattapplikation lassen sich Pflanzenschutzmittel besser auf die Blattunterseite ausbringen. Im Kartoffelbau eignet sich diese Technik jedoch nur bis zum Reihenschluss. Später würden sich die «Droplegs» in den Pflanzen verfangen und Schäden anrichten. (Foto: Bernhard Speiser, FiBL)

Kupfereinsatzes sollten nach dem tatsächlichen Einsatz beurteilt werden. Dieser kann in einzelnen Kulturen 10–30-mal tiefer sein als die erlaubte Höchstmenge.

Die befragten Produzentinnen und Produzenten unterschritten freiwillig die erlaubten Höchstmengen. Dies ist nur möglich, wenn sie die Krankheiten auf andere Weise kontrollieren können. Je nach Kultur stehen dafür heute verschiedene Alternativen zur Verfügung (siehe unten). Voraussetzung ist, dass die einzelnen Produzierenden bereit sind, für die Kupferminimierung auf ihren Betrieben höhere Kosten und/oder grössere Risiken in Kauf zu nehmen.

Die befragten Obst- und Gemüseproduzenten decken einen wesentlichen Teil der Schweizer Bioproduktion ab. Bei den Daten zum Rebbau fehlen hingegen einige wichtige Winzerbetriebe, sodass der durchschnittliche Kupfereinsatz mit einer Hochrechnung abgeschätzt werden musste. Die so für den Schweizer Biolandbau ermittelten Mengen an eingesetztem Kupfer liegen in einer ähnlichen Grössenordnung wie die von deutschen Biobauern eingesetzten Kupfermengen. Diese betragen gemäss neusten Erhebungen der deutschen Anbauverbände je nach Kultur rund 1–2 kg/ha/Jahr (Kanthak *et al.* 2014).

Auch in der integrierten und konventionellen Produktion wird Kupfer häufig eingesetzt. Gründe dafür sind: (i) Gegen gewisse Krankheiten ist Kupfer der einzige bewilligte Wirkstoff. (ii) Resistenzmanagement, (iii) Kosten. Eine deutsche Untersuchung zeigt, dass im konventionellen Anbau für die meisten Kulturen weniger Kupfer pro Flächeneinheit verwendet wird als im biologischen Anbau. Dies erklärt sich dadurch, dass im kon-

ventionellen Anbau neben Kupfer noch viele andere Fungizide eingesetzt werden können (Kühne *et al.* 2009).

Heutige Möglichkeiten der Kupferreduktion im Biolandbau

Der Biolandbau verfolgt heute eine kombinierte Strategie zur Kupferminimierung. Diese beinhaltet den Anbau resistenter oder toleranter Sorten, Anpassungen in der Kulturführung, Optimierungen beim Kupfereinsatz und den Einsatz alternativer Produkte.

Die Bedeutung resistenter Sorten zeigt sich in dieser Befragung besonders deutlich im Rebbau, wo rund sechsmal weniger Kupfer für PIWI-Sorten ausgebracht wurde als für Europäersorten. Ein minimaler Kupfereinsatz wird allerdings auch bei resistenten Sorten empfohlen, um Resistenzdurchbrüche zu vermeiden. In der Apfelproduktion stehen heute ebenfalls diverse resistente Sorten zur Verfügung, welche nur einen minimalen Kupfereinsatz benötigen. Der Anbau resistenter Apfelsorten wird jedoch durch die Bedürfnisse des Marktes gehemmt, beispielsweise durch die Nachfrage nach der beliebten, jedoch schorfanfälligen Sorte Gala. Dank intensiver Marketing-Bemühungen der Detailhändler konnte der Anteil resistenter Apfelsorten kontinuierlich gesteigert werden und beträgt heute in der Schweiz über 40 %. Auch für den Kartoffelanbau stehen heute diverse resistente Sorten zur Verfügung, bei der Markteinführung bestehen ähnliche Hürden wie bei den Äpfeln oder Reben.

Die Bedeutung der Kulturführung zeigt sich in dieser Befragung besonders deutlich für die Gewächshauskulturen. In Gewächshäusern wird die Luftfeuchtigkeit so reguliert, dass es nicht zu Infektionen kommt. Nur in langen sehr feuchten Perioden kann es vorkommen, dass sich die Luftfeuchtigkeit nicht genügend regeln lässt. In diesen Fällen muss Kupfer eingesetzt werden. Entsprechend war der durchschnittliche Kupfereinsatz für Tomaten und Gurken sehr tief, aber nicht gleich null.

Auch bei der Kirschenproduktion zeigte sich der Einfluss der Kulturführung in dieser Befragung. Der eine Produzent betreibt Hochstammproduktion in offenem Anbau und musste bis zu 4 kg/ha/Jahr Kupfer einsetzen. Die andere Produzentin betreibt dagegen eine moderne Tafelkirschenanlage mit Witterungsschutz. Dadurch wird das Risiko einer Infektion mit der Schrotschuss- und der Sprühfleckenkrankheit, der Bitterfäule und teilweise auch der Monilia so weit reduziert, dass sie die Kupferbehandlungen stark reduzieren konnte. Im Hinblick auf die Kupferminimierung ist die moderne Kirschenanlage mit Witterungsschutz vorzuziehen, während aus Sicht des Landschaftsschutzes die Hochstammanlage vorteilhafter ist.

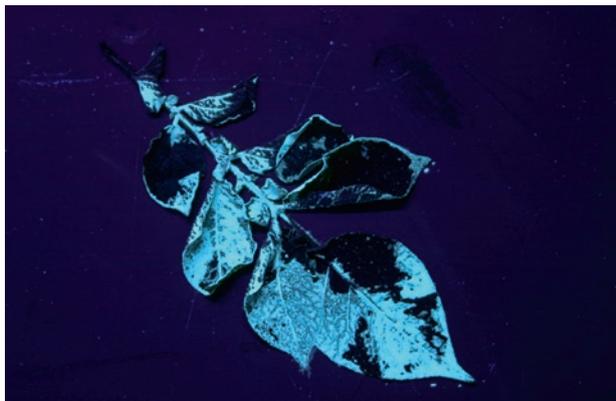


Abb. 3 | Durch Beimischung einer fluoreszierenden Substanz zur Spritzbrühe wird unter UV-Licht sichtbar, wie sich der Belag auf den Blättern verteilt. So kann die Wirksamkeit neuer Applikationstechniken überprüft werden. (Foto: Bernhard Speiser, FiBL)

Die Wirksamkeit tiefer Kupferdosierungen kann durch folgende technische Massnahmen optimiert werden: (i) Prognosemodelle helfen, die Kupferapplikation bestmöglich auf die zu erwartenden Infektionsperioden abzustimmen. Beispiele aus der Praxis sind die Prognosemodelle RIMpro (Apfelschorf), Vitimeteo-Plasmopara (Falscher Mehltau an Reben) und phytoPRE (Krautfäule an Kartoffeln). (ii) Moderne Applikationstechnik hilft, einen gleichmässigen Kupferbelag auf der Ober- und Unterseite des Blattes zu erzielen (Abb. 2 und 3). Aufgrund der rein protektiven Wirkung von Kupfer ist ein gleichmässiger Belag Voraussetzung für eine gute Wirkung. (iii) Moderne Kupferformulierungen ergeben eine bessere Verteilung auf der Blattoberfläche und eine erhöhte Regenfestigkeit, was tiefere Dosierungen ermöglicht.

Auch Alternativprodukte tragen zur Reduktion des Kupfereinsatzes bei. Bei Schweizer Bioproduzentinnen und Bioproduzenten sind Schwefel, Tonerden und Kaliumbicarbonat feste Bestandteile der Spritzfolge und ersetzen in manchen Kulturstadien die Kupferspritzungen. Schwefelkalk wäre ein weiteres Alternativprodukt zu Kupfer. In Deutschland wird Schwefelkalk im Bioobstbau verbreitet eingesetzt. Der Einsatz erfolgt Anfang bis Mitte Saison, und das Produkt kann während laufenden Infektionen ausgebracht werden. In der Schweiz ist die Bewilligung von Schwefelkalk als Pflanzenschutzmittel noch hängig, Schwefelkalk darf also derzeit nicht eingesetzt werden. Als weiteres Alternativprodukt wird Kaliumphosphonat (Kaliumphosphit) diskutiert. In Deutschland wurde dieses Mittel bis 2013 im Bioweinbau verwendet. Derzeit ist der Einsatz im Biolandbau nicht erlaubt; es liegt jedoch ein Antrag auf Zulassung in der EU vor. Ob diesem Antrag stattgegeben wird, ist fraglich. Kritisiert wird insbesondere, dass Kaliumphosphonat zu Rückständen im Erntegut und im Wein führt (EGTOP, 2014).

Weitere Kupferquellen

Diese Untersuchung befasst sich nur mit der Ausbringung von Kupferfungiziden. Daneben gibt es jedoch noch weitere Quellen von Kupfereinträgen in die Umwelt. In der Landwirtschaft werden auch mit Hofdüngern, Handelsdüngern, Komposten und Gärgut bedeutende Kupfermengen ausgebracht. Eine österreichische Studie ermittelte für die Düngung mit Hühnermist eine durchschnittliche Kupferfracht von knapp 0,2 kg/ha/Jahr, für Schweinemist rund 0,3 kg/ha/Jahr und für Trutenmist 1,5 kg/ha/Jahr (Zethner *et al.* 2007). Der Kupfergehalt in Hofdüngern hängt direkt vom Kupfergehalt der Futtermittel ab. Insbesondere Ferkelfutter wird stark mit Kupfer angereichert. Um den Eintrag auch aus dieser Kupferquelle zu minimieren, gelten bei Bio Suisse strenge Beschränkungen für den Kupfergehalt von Biofuttermitteln. So ist beispielsweise gemäss der verbindlichen Futtermittelliste in Bio Suisse-konformem Ferkelfutter ein Kupfergehalt von 6 mg/kg erlaubt, während in konventionellem Ferkelfutter 170 mg/kg erlaubt sind.

Daneben existieren auch bedeutende nichtlandwirtschaftliche Kupferquellen. Die wichtigsten sind Verkehr (Bremsabrieb), Trinkwasserleitungen, Oberleitungen und Dächer (Hillenbrand *et al.* 2005). Der gesamte Kupfereintrag in die Umwelt durch den Verkehr ist wesentlich grösser als derjenige durch Fungizide. Der Eintrag pro Flächeneinheit dürfte jedoch für den Verkehr tiefer sein, da sich diese Emissionen auch auf nichtlandwirtschaftliche Flächen und auf Gewässer verteilen.

Schlussfolgerungen

Der Eintrag von Kupfer in die Umwelt sollte weiter reduziert werden. Ein vollständiger Verzicht auf Kupferfungizide ist derzeit jedoch weder im Biolandbau noch in der nichtbiologischen Landwirtschaft möglich. Weitere Reduktionen des Kupfereinsatzes sind möglich, indem die oben skizzierte Strategie zur Kupferminimierung verfeinert und konsequent umgesetzt wird.

Entscheidende Durchbrüche im Hinblick auf einen vollständigen Kupferverzicht sind nur von der Entwicklung neuartiger Fungizide zu erwarten. Derzeit laufen verschiedene Forschungsprojekte, in denen nach weiteren Alternativen zu Kupfer gesucht wird. Im EU-Forschungsprojekt CO-FREE wird die Entwicklung neuer Fungizide parallel zur Entwicklung neuer Prognosemodelle und zur Verbesserung der Marktakzeptanz resistenter Sorten vorangetrieben. ■

Dank

Wir danken dem beteiligten Detaillisten und allen Produzentinnen und Produzenten für die wertvolle Zusammenarbeit.

Riassunto**Usò di rame in diverse colture da parte di biocontadini svizzeri**

I quantitativi di fungicidi a base di rame sono attualmente limitati. Per i bioproduttori svizzeri valgono le limitazioni imposte dal servizio di omologazione per prodotti fitosanitari, dall'Ordinanza bio e dalle direttive di Bio Suisse. I quantitativi massimi ammessi ammontano a 1,5 kg/ha/anno per frutta a granella, a 2 kg/ha/anno per bacche e a 4 kg/ha/anno per le altre colture.

Abbiamo analizzato quanto rame viene impiegato effettivamente nella pratica.

Per questa valutazione abbiamo interrogato diversi produttori di Bio Suisse in merito all'uso di rame negli anni 2009–2012. Da questi dati abbiamo estrapolato l'uso medio di rame sulle superfici di avvicendamento e nei vigneti.

Per quanto riguarda le mele, tutte le specie di bacche, i cavoli, i pomodori, i cetrioli e le varietà di vite resistenti, l'impiego medio di rame è risultato inferiore a 1 kg/ha/anno.

Per le pere, le albicocche e le carote il valore si è situato tra 1 e 2 kg/ha/anno e per le ciliegie, le patate, il sedano e le varietà di vite europee tradizionali ha superato 2 kg/ha/anno. L'uso medio di rame su superfici di avvicendamento è risultato pari a 0,7 kg/ha/anno, nei vigneti 2,5 kg/ha/anno.

Da questo sondaggio emerge che i contadini bio svizzeri spargono nettamente meno rame di quanto è permesso. L'agricoltura biologica persegue attualmente una strategia combinata per minimizzare l'uso di rame, che implica la coltivazione di varietà resistenti, adeguamenti nella gestione delle colture, ottimizzazione dell'uso di rame e impiego di prodotti alternativi.

Summary**Crop-specific copper applications by Swiss organic farmers**

There are currently quantitative restrictions on the use of copper-based fungicides. In Switzerland, restrictions are imposed on organic farmers by the licensing authority for pesticides, the Swiss Organic Farming Ordinance and the Bio Suisse Standards. The maximum permitted quantities are 1.5 kg/ha/a in pome fruit, 2 kg/ha/a in soft fruit and 4 kg/ha/a in other crops. We have examined the actual quantities of copper applied on farms.

For this study, we surveyed Bio Suisse producers on their use of copper-based fungicides in the years 2009–2012 and extrapolated the average quantities of copper applied on crop rotation plots and viticulture plots.

Average copper applications were less than 1 kg/ha/a in apples, all soft fruit species, cabbages, tomatoes, cucumbers and resistant grape cultivars. Between 1 and 2 kg/ha/a were applied to pears, apricots and carrots, whereas cherries, potatoes, celeriac and traditional European grape cultivars received more than 2 kg/ha/a. Copper was applied at average rates of 0.7 kg/ha/a in crop rotation plots and 2.5 kg/ha/a in viticulture plots.

This survey shows that Swiss organic farmers apply significantly less copper than the maximum permitted quantities. The organic farming sector is pursuing a combined strategy for minimizing copper applications that involves resistant cultivars, adaptations in crop husbandry, optimized copper applications and the use of alternative products.

Key words: Bio Suisse, copper fungicides, plant protection, organic farming, Switzerland.

Literatur

- EGTOP, 2014. Final Report on Plant Protection Products (II). Zugang: www.ec.europa.eu/agriculture/organic.
- Hillenbrand T., Toussaint D., Böhm E., Fuchs S., Scherer U., Rudolphi A. & Hoffmann M., 2005. Einträge von Kupfer, Zink und Blei in Gewässer und Böden – Analyse der Emissionspfade und möglicher Emissionsminderungsmaßnahmen. Texte 19/05. Umweltbundesamt, Dessau.
- Kanthak S., Kienzle J. & Patzwahl W., 2014. Saisonberichte und Stand der Umsetzung der Kupferminimierungsstrategie. Präsentationen am Kupferfachgespräch 2014 vom 21.11.2014 in Berlin. Zugang: <http://kupfer.jki.bund.de>.
- Kühne S., Strassemeyer J. & Rossberg D., 2009. Anwendung kupferhaltiger Pflanzenschutzmittel in Deutschland. *Journal für Kulturpflanzen* 6, 126–130.
- Räz B., Schüepp H. & Siegfried W., 1987. Hundert Jahre Plasmopara-Bekämpfung und Kupfereintrag in die Rebberge. *Schweizerische Zeitschrift für Obst- und Weinbau* 123, 272–277.
- Zethner G., Sattelberger R. & Hanus-Illnar A., 2007. Kupfer und Zink im Wirtschaftsdünger von Schweine- und Geflügelmastbetrieben. Umweltbundesamt, REP-0073, Vienna.