



Kupferfungizide: Wo ist das Limit?

Kupferfungizide dürfen nur in beschränkten Mengen verwendet werden. Schweizer Bioproduzenten sind sich der Kupfer-Problematik bewusst und unternehmen grosse Anstrengungen zur Minimierung. Brauchen sie weniger als die erlaubten Höchstmengen? Wir befragten Produzenten zum effektiven Kupfereinsatz. Im Artikel werden die Zahlen für den Obst- und Weinbau aufgeführt.

**BERNHARD SPEISER UND LUCIUS TAMM, FORSCHUNGS-
INSTITUT FÜR BIOLOGISCHEN LANDBAU FiBL, FRICK
ESTHER MIEVES, DERZEIT DEUTSCHES INSTITUT FÜR TROPISCHE UND SUBTROPISCHE LANDWIRTSCHAFT GMBH (DITSL),
WITZENHAUSEN (D)
bernhard.speiser@fibl.org**

Kupfer wird seit den 1880er-Jahren in Schweizer Rebbergen zur Bekämpfung des Falschen Mehltaus (*Plasmopara viticola*) eingesetzt. Zwischen 1920 und 1960 wurden sehr hohe Kupfermengen verwendet (Abb. 1); manche Winzer brachten im Durchschnitt jährlich bis zu 50 kg/ha aus (Räz et al. 1987). In Deutschland wurden sogar bis 80 kg/ha im Jahr und mehr eingesetzt (Kühne et al. 2009). Heute ist die Kupfereinsatzmenge begrenzt, wobei sowohl die Pflanzenschutzmittelzulassung als auch die Bioverordnung und die Richtlinien von Bio Suisse Einschränkungen vorsehen. Die Begrenzung bezieht sich immer auf den Reinkupfer-

anteil (Cu), der in Kupferhydroxid, Kupferoxychlorid, Bordeauxbrühe etc. enthalten ist.

Bio Suisse-Produzenten dürfen bei Beeren maximal 2 kg/ha Cu im Jahr einsetzen, bei Kernobst maximal 1.5 kg/ha (mit Ausnahmen bei akutem Feuerbrandrisiko). Für die übrigen Kulturen betragen die Höchstmengen 4 kg/ha im Jahr. Als einzige Kultur gilt bei Reben die Höchstmenge über einen Zeitraum von fünf Jahren, sodass in guten Jahren etwas Kupfer «eingespart» werden kann, das dann in einer besonders schwierigen Periode zur Verfügung steht.

Erfassung über Umfrage

Für diese Studie befragten wir ausgewählte Bio Suisse-Produzenten. Grundlage waren die Pflanzenschutz-Aufzeichnungen der Betriebskontrollen. Die Umfrage umfasste die Jahre 2009 bis 2012. Der Kupfereinsatz pro Kultur wurde als flächengewichteter Durchschnitt

über alle Produzenten und Jahre berechnet. Die Daten aus dem Weinbau wurden separat für europäische und PIWI-Sorten erfasst. Einzelheiten der Methode sind in der Originalstudie beschrieben (Speiser et al. 2015).

Beträchtliche Unterschiede!

Der durchschnittliche Kupfereinsatz unterschied sich je nach Kultur (Tab.). Beim Apfel, allen Beerenarten und den PIWI-Reben lag er zum Teil deutlich unter 1 kg/ha im Jahr. Bei Birne und Aprikose zwischen 1 und 2 kg/ha und bei Kirsche und Europäerreben über 2 kg/ha. Bei den PIWI-Sorten war der Kupfereinsatz mit jährlich 0.5 kg/ha fast sechsmal tiefer als bei den Europäersorten. Der auf eine durchschnittliche Rebfläche hochgerechnete Kupfereinsatz betrug 2.5 kg/ha/Jahr.

Wie aus der Tabelle hervorgeht, wurden die Cu-Limiten sehr unterschiedlich ausgeschöpft: Bei Erdbeere, Heidelbeere, Himbeere, Johannisbeere und PIWI-Reben wurden weniger als 25% der Höchstmenge verwendet, bei Aprikose und Brombeere zwischen 25 und 50% und bei Apfel, Birne, Kirschen und Europäerreben mehr als 50%.

Höhere Kosten und grössere Risiken

Die Befragungsergebnisse zeigen, dass der tatsächliche Kupfereinsatz der Schweizer Biobauern im Durchschnitt deutlich tiefer liegt als die zugelassenen Mengen. Der effektive Kupfereinsatz betrug bei einzelnen Kulturen 10- bis 30-mal weniger als die erlaubte Höchstmenge. Die Produzenten unterschritten aus eigenem Antrieb die Limite. Dies ist nur möglich, wenn die Krankheiten anders zu kontrollieren sind. Je nach Kultur stehen dafür verschiedene Alternativen zur Verfügung. Voraussetzung ist, dass der Produzent bereit ist, für die Kupferminimierung höhere Kosten und/oder grössere Risiken in Kauf zu nehmen.

Das Spektrum der befragten Obstproduzenten deckt einen Grossteil der Schweizer Bioproduktion ab, während bei den Rebbaudaten einige wichtige Vertreter fehlen, sodass dort der Kupfereinsatz auf Hochrechnungen basiert. Die so für den Schweizer Biolandbau ermittelten Kupfermengen liegen in einer ähnlichen Grössenordnung wie derjenige deutscher Biobauern, der gemäss neuen Erhebungen je nach Kultur 1 bis 2 kg/ha im Jahr beträgt (Kanthak et al. 2014). Auch in der integrierten und konventionellen Produktion wird oft Kupfer eingesetzt, weil:

- Gegen gewisse Krankheiten Kupfer der einzige bewilligte Wirkstoff ist.
- Gründe des Resistenzmanagements dafür sprechen.
- Kostenfragen miteinbezogen werden.

Eine weitere deutsche Arbeit zeigt, dass im konventionellen Anbau in den meisten Kulturen weniger Kupfer pro Flächeneinheit verwendet wird als im Bio-Bereich. Dies weil konventionell auch viele andere Fungizide eingesetzt werden können. Die Zahl bewilligter Wirkstoffe nimmt aber laufend ab, womit die Gefahr von Resistenzdurchbrüchen wächst. Deshalb werden für

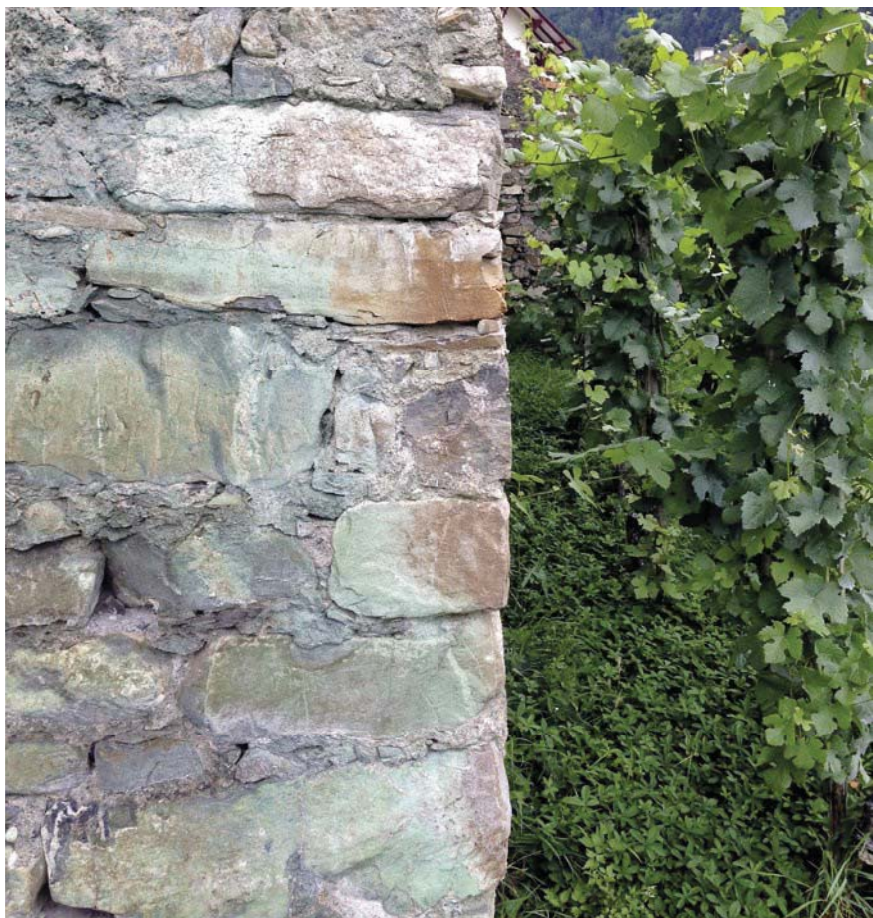


Abb. 1: Spuren eines grosszügigen Kupfereinsatzes an einer alten Torkelmauer. (FOTO: HANS PETER RUFFNER, SZOW)

Anzahl Produzenten, durchschnittlicher Kupfereinsatz und Ausschöpfung der Höchstmenge in verschiedenen Kulturen. (Die Höchstmengen variieren je nach Kultur; s. Einleitung.)

Kultur	Befragte Produzenten		Kupfermenge (kg/ha/Jahr)	Ausschöpfung der Höchstmenge (%)
	Anzahl	Anteil der Biofläche (%)		
Obstbau und Beeren	13			
Apfel	10	50	0.9	60
Birne	6	50	1.2	80
Aprikose	3	40	1.7	43
Kirsche	2	10	2.5	63
Brombeere	2	50	0.6	30
Erdbeere	5	30	0.4	20
Heidelbeere, Himbeere, Johannisbeere	5	30	0.1	5
Rebbau	12			
Europäersorten	8	11	2.9	73
PIWI-Sorten	9	8	0.5	13
Hochrechnung auf Rebflächen			2.5	



Abb. 2: Suche nach Kupferalternativen: Im ersten Schritt wird eine grosse Anzahl Substanzen im Labor getestet. (Foto: BARBARA THÜRIG, FiBL)

den Nicht-Bio-Bereich vermehrt Kombiprodukte mit Kupfer angeboten. Da zudem die Anbauflächen in der konventionellen Landwirtschaft deutlich grösser sind, ist die gesamte Kupferfracht dort höher (Kühne et al. 2009). Laut Schätzungen wird in der Schweiz 10 bis 20% des Kupfers im Bio-Bereich eingesetzt.

Ansätze zur Kupferreduktion

Der Biolandbau verfolgt eine kombinierte Strategie zur Kupferminimierung. Diese umfasst den Anbau resistenter Sorten, Anpassungen in der Kulturführung, Optimierungen beim Kupfereinsatz und die Verwendung alternativer Produkte (Abb. 2).

Die Bedeutung resistenter Sorten zeigt sich deutlich bei den Reben, wo bei PIWI-Sorten viel weniger Kupfer ausgebracht wurde als bei den Europäern. In vielen Lagen ist PIWI-Anbau auch ohne Kupfer möglich. Bei Äpfeln stehen heute ebenfalls Sorten zur Verfügung, die nur minimalen Kupfereinsatz voraussetzen. Der Anbau resistenter Apfelsorten wird jedoch durch die Marktbedürfnisse gehemmt, z.B. durch die rege Nachfrage nach der beliebten, aber schorfanfälligen Sorte Gala. Dank intensiven Marketingbemühungen der Detailhändler konnte der Anteil resistenter Apfelsorten trotzdem gesteigert werden und liegt heute in der Schweiz für Bio-Äpfel über 40%.

Kupfer, Witterungs- und Landschaftsschutz

Die Bedeutung der Kulturführung zeigte sich bei den Kirschen: Bei Hochstammproduktion in offenem Anbau muss im Jahr bis 4 kg/ha Cu eingesetzt werden. Demgegenüber wird in einer modernen Tafelkirschenanlage mittels Witterungsschutz das Risiko einer Infektion mit Schrotschuss und Sprühfleckenkrankheit, Bitterfäule und *Monilia* so reduziert, dass die Kupferbehandlungen stark gesenkt werden konnten. Bezüglich Kupferminimierung ist die moderne Kirschenanlage mit Witterungsschutz vorzuziehen, während aus Sicht des Landschaftsschutzes eine Hochstammanlage vorteilhafter wirkt.

Technische Kniffe

Die Wirksamkeit tiefer Kupferdosierungen kann durch technische Massnahmen erhöht werden:

- Prognosemodelle helfen, die Kupferapplikation auf die Infektionsperioden abzustimmen. Beispiele aus der Praxis sind die Prognosemodelle RIMpro (Apfelschorf) und Vitimeteo-Plasmopara (Falscher Mehltau bei Reben).
- Moderne Applikationstechnik garantiert einen gleichmässigen Kupferbelag auf der Ober- und Unterseite des Blatts. Aufgrund der rein protektiven Wirkung von Cu ist dies Voraussetzung für eine gute Wirkung.
- Moderne Kupferformulierungen erreichen eine bessere Verteilung auf der Blattoberfläche und erhöhte Regenfestigkeit, was tiefere Dosierungen erlaubt.

Auch Alternativprodukte tragen zur Reduktion des Kupfereinsatzes bei. Bei Schweizer Bioproduzenten sind Schwefel, Tonerden und Kaliumbicarbonat feste Bestandteile der Spritzfolge und ersetzen in manchen Entwicklungsstadien die Kupferspritzungen. Kürzlich wurde der Einsatz von Schwefelkalk im Obstbau bewilligt. Als weiteres Alternativprodukt wurde Kaliumphosphonat (Kaliumphosphit) diskutiert. In Deutschland wurde es bis 2013 im Bioweinbau verwendet. Eine Expertengruppe hat jedoch die Zulassung im Biolandbau abgelehnt (EGTOP 2014). Es wird argumentiert, dass der Einsatz von Phosphonat zu Rückständen im Erntegut und Wein führen könnte.

Weitere Kupferquellen

Diese Arbeit befasst sich nur mit den ausgebrachten Kupferfungiziden. Daneben gibt es jedoch noch weitere Quellen von Kupferinträgen in die Umwelt. In der Landwirtschaft werden durch Hof- und Handelsdünger, Kompost und Gärgut bedeutende Kupfermengen ausgebracht. Eine österreichische Studie ermittelte für die Düngung mit Hühnermist eine durchschnittliche Kupferfracht von knapp 0.2 kg/ha, für

Kupfer – quo vadis?

In der EU läuft die derzeitige Bewilligung von Kupfer im Januar 2018 aus. Leider steht im Moment noch nicht fest, wie es danach weitergeht. Wir vermuten, dass Kupfer weiterhin zugelassen bleibt, wobei möglicherweise die Höchstmengen gesenkt werden. Weitere Reduktionen sind aber nur umsetzbar, wenn wirksame Alternativen zur Verfügung stehen.

Schweinemist rund 0.3 kg/ha und für Trutenmist sogar 1.5 kg/ha im Jahr (Zethner et al. 2007). Der Kupfergehalt in Hofdüngern hängt vom Kupfergehalt der Futtermittel ab. In der Schweiz gelten deshalb strenge Vorschriften für Biofuttermittel.

Daneben existieren auch bedeutende nichtlandwirtschaftliche Kupferquellen: die wichtigsten sind Verkehr (Bremsabrieb), Trinkwasserleitungen, Strom-Oberleitungen und Kupferdächer (Hillenbrand et al. 2005).

Weitere Reduktionen möglich

Der Kupfereintrag in die Umwelt muss weiter reduziert werden. Ein vollständiger Verzicht auf Kupferfungizide ist derzeit jedoch weder im Biolandbau noch in der herkömmlichen Landwirtschaft realistisch. Weitere Reduktionen sind aber möglich, wenn die skizzierte Strategie zur Kupferminimierung verfeinert und konsequent umgesetzt wird.

Entscheidende Durchbrüche hinsichtlich eines vollständigen Kupferverzichts sind allerdings nur von der Entwicklung neuartiger Fungizide zu erwarten (Abb. 2). Im In- und Ausland wird intensiv an Alternativen zu Kupfer geforscht: www.co-free.eu; www.prolarix.eu.

Dank

Wir danken dem beteiligten Detaillisten und allen Produzenten für die wertvolle Zusammenarbeit! ■

Literatur

- EGTOP: Final Report On Plant Protection (II). www.ec.europa.eu/agriculture/organic, 2014.
- Hillenbrand T., Toussaint D., Böhm E., Fuchs S., Scherer U., Rudolphi A. und Hoffmann M.: Einträge von Kupfer, Zink und Blei in Gewässer und Böden – Analyse der Emissionspfade und möglicher Emissionsminderungsmaßnahmen. Texte 19/05. Umweltbundesamt, Dessau, 2005.
- Kanthak S., Kienzle J. und Patzwahl W.: Saisonberichte und Stand der Umsetzung der Kupferminimierungsstrategie. Präsentationen am Kupferfachgespräch vom 21.11.2014 in Berlin. <http://kupfer.jki.bund.de>, 2014.
- Kühne S., Strassemeyer J. und Rossberg D.: Anwendung kupferhaltiger Pflanzenschutzmittel in Deutschland. Journal für Kulturpflanzen 6, 126–130, 2009.
- Räz B., Schüepp H. und Siegfried W.: Hundert Jahre *Plasmopara*-Bekämpfung und Kupfereintrag in die Rebberge. Schweiz. Z. Obst-Weinbau 123, 272–277, 1987.
- Speiser B., Mieves E. und Tamm L.: Kupfereinsatz von Schweizer Biobauern in verschiedenen Kulturen. Agrarforschung Schweiz 6, 160–165, 2015.
- Zethner G., Sattelberger R. und Hanus-Ilmar A.: Kupfer und Zink im Wirtschaftsdünger von Schweine- und Geflügelmastbetrieben. Umweltbundesamt, REP-0073, Wien, 2007.

Les fongicides à base de cuivre: où est la limite?

R É S U M É

Les quantités de fongicide au cuivre autorisées sont aujourd'hui strictement limitées: dans une exploitation Bio Suisse à 1.5 kg/ha par an pour les fruits à pépins, à 2 kg/ha pour les baies et à 4 kg/ha pour les autres cultures. Nous avons demandé à des producteurs Bio Suisse quelles quantités de cuivre ils avaient effectivement utilisées dans les années 2009 à 2012. Pour les pommes, les baies et les cépages résistants aux maladies cryptogamiques (PIWI) la moyenne était inférieure à 1 kg/ha par an, pour les poires et les abricots entre 1 et 2 kg/ha et pour les

cerises et les cépages européens traditionnels, plus de 2 kg étaient déployés par hectare et par an.

Ces valeurs montrent que les paysans bio suisses restent nettement en dessous des valeurs tolérées pour le cuivre. Dans l'agriculture biologique, des stratégies de minimisation du cuivre sont déployées qui combinent la culture de variétés résistantes, une gestion des cultures adaptée, l'optimisation des méthodes de pulvérisation du cuivre et la mise en œuvre de produits alternatifs.