

Klaus-Peter Wilbois¹, Randolph Kauer², Beate Fader³, Jutta Kienzle⁴, Philipp Haug⁴,
Andreas Fritzsche-Martin⁵, Norbert Drescher⁶, Eckhard Reiners⁶, Peter Röhrig⁷

Kupfer als Pflanzenschutzmittel unter besonderer Berücksichtigung des Ökologischen Landbaus

Copper as Plant Protection Product with Special Regards to Organic Farming

Zusammenfassung

In den vergangenen 15 bis 20 Jahren hat der Öko-Landbau erhebliche Anstrengungen sowohl bei der Suche nach Kupferalternativen im Pflanzenschutz als auch bei der Minimierung der eingesetzten Kupfermengen unternommen. Allerdings sind bislang und in naher Zukunft keine Präparate oder Verfahren in Sicht, die einen annähernd gleichwertigen Ersatz für Kupfer darstellen könnten. Dabei ist darauf hinzuweisen, dass ein gleichwertiger Ersatz nicht durch einen einzelnen Wirkstoff zu schaffen ist, wenn nicht ausgeschlossen werden kann, dass die betreffenden Schaderreger innerhalb kurzer Zeit Resistenzen gegenüber einem solchen Wirkstoff bilden. Unbenommen von allen Schwierigkeiten muss aber die Erforschung von Kupferersatzstoffen und -verfahren forciert werden.

In der Vergangenheit hat der Öko-Landbau gezeigt, dass neue Möglichkeiten zur Reduktion von Kupfer im Pflanzenschutz wie der Anbau pilzwiderstandsfähiger Sorten, der Einsatz von verbesserten Prognosemodellen, das Vorkeimen der Saatkartoffeln, die Sortenwahl, neue Applikationstechniken sowie der kombinierte Einsatz von Tonerdenpräparaten schnell und erfolgreich im Sinne einer Einsatzminimierung von der Öko-Praxis übernommen wurden.

Die in den Untersuchungen und Modellen ermittelte akute und chronische Toxizität auf Bodenorganismen oder auf Vögel und Kleinsäuger deckt sich häufig nicht mit wissenschaftlichen Untersuchungen und Beobachtungen in der Praxis. Auch wird beispielsweise im Öko-Hopfenanbau,

aber nicht nur dort, beobachtet, dass eine Anreicherung bei den im Öko-Anbau üblichen Kupferaufwandmengen und begleitenden Maßnahmen wie die Kompostierung und Verteilung von Hopfenhäcksel auf anderen Flächen sich häufig nicht zeigt. Daraus leiten sich Fragen ab, die es unbedingt wissenschaftlich zu untersuchen gilt.

Bei einem Verzicht auf Kupfer als Pflanzenschutzmittel im Öko-Anbau beim derzeitigen Stand der Technik und des Wissens sowie unter den hiesigen klimatischen Bedingungen wären, abhängig von der Kultur, hohe Ertrags- und Qualitätsausfälle bis hin zum Totalausfall unvermeidbar. Beispielsweise würden die nachgewiesenen Ausfälle im ökologischen Gemüse- und Zierpflanzenbau bei 10 bis 15 %, bei Öko-Kartoffeln im Schnitt bei etwa 15 bis 20 % und im ökologischen Hopfen-, Wein- und Obstbau bei ca. 50 bis 100 % liegen. Damit kommt der Möglichkeit, Kupfer als Pflanzenschutzmittel im Öko-Anbau einzusetzen, eine enorm große wirtschaftliche Bedeutung zu. Aber auch im konventionellen Anbau, ist die Bedeutung von Kupfer als Mittel zur Resistenzvermeidung sehr hoch.

Stichwörter: Ökologischer Landbau, Kupfer, Pflanzenschutz

Abstract

In this paper an appraisal on the copper use in different organic crops in Germany is given. Furthermore, it out-

Institut

¹FiBL (Forschungsinstitut für biologischen Landbau) Deutschland e.V., Frankfurt

²Fachhochschule Wiesbaden, Wiesbaden

³DLR Oppenheim, Oppenheim

⁴Fördergemeinschaft Ökologischer Obstbau e.V., Weinsberg

⁵Naturland e.V., Gräfelfing

⁶Bioland e.V., Mainz

⁷Bund Ökologische Lebensmittelwirtschaft e.V., Berlin

Kontaktanschrift

Dr. Klaus-Peter Wilbois, FiBL Deutschland e.V., Galvanistraße 28, 60486 Frankfurt/Main, E Mail: klaus.wilbois@fibl.org

Zur Veröffentlichung angenommen

Februar 2009

lines the action needed and gives a concrete strategic perspective on how to further minimize the amount of copper used as a plant protectant in organic farming.

Over the past 15 to 20 years, there have been considerable efforts made by the organic farming sector both in the search for copper alternatives in crop protection as well as in minimizing the amounts of applied copper. However, so far, and in the near future, there are no active substances or methods in sight, that could serve as an equivalent replacement for copper. Irrespective of difficulties, the exploration of copper substitutes, the research for improved methods and agronomic copper minimizing measures need to be intensified in the coming years.

In the past, the organic farming sector showed that new opportunities for the reduction of copper in crop protection, such as the cultivation of fungus tolerant varieties, the use of improved forecast models, the priming of seed potatoes, the choice of varieties, new application techniques and the combined use of alumina preparations were quickly and successfully adopted in the organic farming practice and lead to a substantial reduction in the amount of copper used in organic farming.

With a waiver of copper as plant protectant in organic farming in the current state of technology and knowledge as well as under the local climatic conditions in middle Europe crop dependant high yield and quality losses to total failures would be inevitable. For example, proved yield and quality losses in organic farming are: in vegetable and ornamental crops 10 to 15 %, in organic potatoes 15 to 20 % and in organic hops, grape wine and fruits approximately 50 to 100 %. Thus, the possibility to use copper as a plant protectant in organic farming is of great economic importance. But even in the conventional cultivation, where there are synthetic alternatives the importance of copper as a means of avoiding resistances is very high.

Key words: Organic farming, copper, plant protection

1 Einleitung

Beim „Fachgespräch über kupferhaltige Pflanzenschutzmittel, insbesondere für den ökologischen Landbau“ am 10. April 2008 im Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) in Bonn hat das „Forum Pflanzenschutz im Öko-Landbau“ die Aufgabe übernommen, ein Strategiepapier zur Perspektive des weiteren Einsatzes kupferhaltiger Pflanzenschutzmittel und der Anwendung möglicher Alternativen zu erarbeiten.

1.1 Kupfer als essentieller Bestandteil des Naturhaushaltes
Kupfer ist ein Schwermetall und essentieller Bestandteil des Naturhaushaltes. Die Kupfergesamtgehalte in landwirtschaftlich genutzten Böden variieren in Abhängigkeit des Standortes, seiner landbaulichen Nutzung und der geogenen Hintergrundgehalte. Als Spurenelement ist

Kupfer in seinen Verbindungen bzw. als Ion an zahlreichen vitalen biologischen Prozessen bei Pflanzen, Tieren und Menschen beteiligt und ist essentiell für die meisten Organismen.

In Deutschland wird eine Kupfermenge von ca. 1,7 Mio. Tonnen pro Jahr in zahlreichen Anwendungsfeldern eingesetzt. Der weit verbreitete Kupfereinsatz führt teilweise zu Emissionen, die die verschiedenen Umweltkompartimente wie beispielsweise Boden oder Oberflächenwasser belasten können. Mengenmäßig relevante Kupferinträge gehen vor allem vom Einsatz von Wirtschaftsdüngern und Klärschlämmen, dem Fahrzeugverkehr, der Trinkwasserversorgung, von Pflanzenschutzmaßnahmen und von der Verwendung von Kupfer im Baubereich aus. Trotz hoher Gesamtgehalte von Kupfer in verschiedenen Böden sind die in Bodenextrakten nachweisbaren Kupferanteile im Allgemeinen sehr gering. Aus humantoxikologischer Sicht sind Kupferbelastungen über den Pfad Boden-Nutzpflanze-Mensch nicht relevant, da Pflanzen einen Schutzmechanismus gegen zu hohe Cu-Gehalte besitzen, so dass phytotoxische Effekte bereits unterhalb des humantoxikologisch wirksamen Bereichs auftreten. Die toxische Wirkung von Kupfer beruht auf Proteinbindung und verursacht Funktionsstörungen, z. B. Enzymhemmungen.

1.2 Kupfer als Pflanzenschutzmittel

Kupferhaltige Mittel werden seit Ende des 19. Jahrhunderts als Pflanzenschutzmittel eingesetzt. Bordeauxbrühe (seit 1885), eine Mischung aus Kalk, Kupfersulfat und Wasser, war bis vor wenigen Jahrzehnten das wirksamste Mittel gegen Pilzkrankheiten wie den Falschen Mehltau an Weinrebe und Hopfen oder die Kraut- und Knollenfäule an der Kartoffel. Während dem konventionellen Anbau heute wirksame chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel als Ersatz für Kupfer zur Verfügung stehen, sind Pflanzenschutzpräparate auf Kupferbasis im ökologischen Anbau mangels hinreichend wirksamer Alternativen bislang unverzichtbar. Ohne kupferhaltige Pflanzenschutzmittel wäre derzeit und unter den hiesigen klimatischen Bedingungen eine Öko-Produktion von z. B. Wein, Obst, Hopfen und weiteren Kulturen kaum möglich. Aber auch in konventionell wirtschaftenden Betrieben besitzen kupferhaltige Pflanzenschutzmittel eine wichtige Schlüsselfunktion im Hinblick auf einen notwendigen Wirkstoffwechsel und ein erfolgreiches Resistenzmanagement.

Beim Einsatz von Kupfer als Pflanzenschutzmittel wurden bis weit in das vorige Jahrhundert Mengen von 20 bis 30 kg, teilweise sogar 80 kg und mehr je Hektar und Jahr im konventionellen Anbau eingesetzt. Durch diese Praxis kam es vor allem im Oberboden von Weinbergen und Hopfenanlagen zu einer mitunter erheblichen Anreicherung des Elements, da der Entzug von Kupfer als Pflanzenmikronährstoff im Vergleich zu den damals applizierten Mengen kaum ins Gewicht fällt. Die heute im Pflanzenschutz applizierte Menge an Kupfer ist im Vergleich zur früheren Praxis deutlich geringer. So legt die EG-Öko-Verordnung die zulässige Höchstmenge an Reinkupfer für den Öko-Landbau auf maximal 6 kg/ha a fest. Diese gesetzlich festgelegte

Höchstmenge wird durch die privatrechtlichen Richtlinien für den Bio-Anbau in Deutschland weiter auf 3 bzw. bei Hopfen auf 4 kg/ha reduziert. Sie liegt damit um etwa 50% niedriger als die derzeitige Höchstmenge nach der EG-Öko-Verordnung [(EG) Nr. 834/2007 des Rates vom 28. Juni 2007 über die ökologische/biologische Produktion und Kennzeichnung von ökologischen/biologischen Erzeugnissen und zur Aufhebung der Verordnung (EWG) Nr. 2092/91] (ANONYM, 1997). Die Einsatzgebiete von Kupfer als Pflanzenschutzmittel im Öko-Anbau sind vor allem der Sonderkulturbereich, hier insbesondere der Wein-, Obst- und Hopfenanbau. Im Acker- und Freilandgemüsebau wird Kupfer bei Kartoffeln und in geringerem Umfang auch bei Sellerie, Spargel, Zwiebel, Tomate, Gurkengewächsen und Möhre sowie im Zierpflanzenbau eingesetzt.

Derzeit steht die Listung von Kupferverbindungen zu Pflanzenschutz Zwecken in Anhang I der Richtlinie des Rates vom 15. Juli 1991 über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln (91/414/EWG) (ANONYM, 1991) noch aus. Im Falle, dass zukünftig Kupferverbindungen als Pflanzenschutzmittelwirkstoffe nicht mehr eingesetzt werden dürfen, stünde für die direkte Regulierung diverser Pilzkrankheiten im ökologischen Anbau kein wirksames Mittel zur Verfügung. Ein erfolgreicher ökologischer Anbau insbesondere von Wein, Hopfen und Obst wäre somit unter den klimatischen Bedingungen Deutschlands kaum mehr möglich.

Trotz der seitens des Öko-Landbaus aufgrund von vorsorgenden Bodenschutzaspekten restriktiven Mengenvorgaben, steht der Einsatz von Kupfer zu Pflanzenschutz Zwecken zunehmend in der Kritik. Legt man die jährlichen Gesamtfrachten zugrunde, erscheint zwar die zu Pflanzenschutz Zwecken applizierte Gesamtmenge im Öko-Landbau mit ca. 20 t/Jahr bzw. 300 t/Jahr im konventionellen Anbau im Vergleich z. B. zur Fracht durch Wirtschaftsdünger (ca. 2300 t/Jahr) oder Klärschlamm (ca. 450 t/Jahr) zunächst gering. Bedenkt man jedoch die möglichen langfristigen Anreicherungs effekte auf einzelnen Flächen einerseits sowie die derzeit unter Einbeziehung der aktuell verfügbaren Daten wissenschaftlich nicht auszuschließenden negative Effekte auf die Organismengruppen Vögel, Kleinsäuger und Regenwürmer sowie aquatische Organismen, so gibt dies Anlass, weitere Anstrengungen zu unternehmen, einerseits mit großem Nachdruck Präparate/Verfahren zu erforschen, die in der Lage sind, Kupfer als Pflanzenschutzmittel gleichwertig zu ersetzen und andererseits den Kupferaufwand im Pflanzenschutz durch die Verbesserung von Produkten und Applikationstechniken und begleitende pflanzenbauliche Maßnahmen auch ohne vorliegenden gleichwertigen Kupferalternativen weiter zu reduzieren.

2 Ist-Stand zur Anwendung von Kupfer im Pflanzenschutz und Minimierungsstrategien

2.1 Ökologischer Weinbau

Der ökologische Weinbau in Deutschland mit traditionellen „klassischen“ Rebsorten ist auf den Einsatz von Kupfer

ferpräparaten angewiesen, da auf allen Standorten in Deutschland mit Infektionen durch *Plasmopara viticola* (Falscher Mehltau) gerechnet werden muss und diese Ende des 19. Jahrhunderts aus USA eingeschleppte Pilzkrankheit ausschließlich protektiv bekämpft werden kann. Dies gilt insbesondere für Jahre mit hohem Infektionsdruck vor der Blüte bzw. für Standorte, an denen starke, frühe Infektionen klimatisch bedingt fast in jedem Jahr gegeben sind (z. B. Baden). Gleichwertig wirksame, im ökologischen Weinbau zugelassene Ersatzstoffe oder Pflanzenstärkungsmittel sind derzeit nicht bekannt. Wird der Falsche Mehltau im Weinbau nicht oder nicht ausreichend bekämpft, kommt es insbesondere bei frühen Infektionen zu hohen bis totalen Ertragsausfällen bzw. zu empfindlichen Qualitätseinbußen durch Absterben der Blätter. Hierdurch wird auch der Austrieb im nächsten Jahr negativ beeinflusst.

Ohne eine Einsatzmöglichkeit von Kupfer ist der ökologische Weinbau in den deutschen Weinanbaugebieten zurzeit nicht möglich. Da verwertbare Ernten nur in Ausnahmejahren zu erwarten wären, ist das wirtschaftliche Risiko für die Betriebe nicht tragbar. Für Betriebe, die dann wieder konventionell arbeiten müssten, hätte dies auch zu Folge, dass der über Jahre aufgebaute Absatzmarkt in der Öko-Branche verloren ginge. Damit würde ein Wegfall von Kupfer auch eine Welle von Betriebsaufgaben nach sich ziehen.

Der ökologische Weinbau erfährt derzeit eine sehr große Beachtung, insbesondere von Betrieben im Spitzenqualitätssegment. Hierdurch hat sich die Anbaufläche in Deutschland deutlich vergrößert (geschätzt: knapp 3000 ha). Allein in Rheinland-Pfalz ist die Anbaufläche um ca. 500 ha angewachsen. Um diesen Trend und damit die insgesamt deutlich positiven Umweltwirkungen dieser Anbauform weiter zu unterstützen, ist eine mittel- bis langfristige Produktionssicherheit für die Betriebe ökonomisch unabdingbar. Auch Umstellungsentscheidungen heute noch konventionell wirtschaftender Betriebe sind nur auf Basis kalkulierbarer Rahmenbedingungen möglich.

2.1.1 EG-Öko-Verordnung und nationale Zulassungssituation in Deutschland. Aus den unterschiedlichen Zulassungsvorgaben der verschiedenen Kupferverbindungen für den Weinbau in Deutschland und der ausstehenden Listung von Kupferverbindungen in Anhang 1 der RL 91/414/EWG auf EU-Ebene ergibt sich für den Öko-Weinbau eine problematische Situation: In Deutschland sind für die Indikation Falscher Mehltau der Rebe (*Plasmopara viticola*) im Weinbau derzeit zwei Kupferwirkstoffe zugelassen:

- Kupferhydroxid mit dem Handelsprodukt „Cuprozin-flüssig“ und
- Kupferoctanoat mit dem Handelsprodukt „Cueva“

Die sicherste Strategie innerhalb der Peronosporabekämpfung liegt erfahrungsgemäß im kontinuierlichen

Einsatz von kleinen Mengen an Kupfer während der gesamten Vegetationsperiode (100-400 g Reinkupfer/ha und Behandlung). Diese Vorgehensweise war bis zum 30.08.2007 mit dem Wirkstoff Kupferoxychlorid (Funguran) möglich. Das Splitting der Kupfereinsatzmengen für Funguran und die damit verbundene Möglichkeit zur Erweiterung der Applikationstermine war hierbei durch das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) genehmigt und durch die maximal mögliche Kupferausbringung im Rahmen der Zulassung limitiert.

Seit der Aufnahme von Cueva (Kupferoctanoat) in den Anhang II der EG-Öko-Verordnung 2092/91 ist die minimierende Strategie mit protektiv applizierter, geringer Kupferaufwandmenge im Weinbau wieder möglich geworden. Nach Zulassung darf Cueva 10-mal in der Vegetationsperiode mit 72 g bis 288 g Reinkupfer/ha (je nach Entwicklungsstadium) angewendet werden. Da Cueva bis zum Mai 2008 nicht im Öko-Weinbau eingesetzt werden durfte, konnten bislang in der Praxis keine Erfahrungen mit diesem Wirkstoff gewonnen werden. Auch im integrierten Weinbau wurde dieses Mittel bislang kaum eingesetzt.

Bezüglich der Listung von Kupfer in Anhang 1 der RL 91/414/EWG deutet sich an, dass der Wirkstoff Kupferoctanoat nicht erfasst wird. Ohne Kupferoctanoat steht dem Öko-Weinbau in Deutschland nur noch „Cuprozin flüssig“ (Kupferhydroxid) zur Verfügung.

Im Rahmen der nationalen Zulassung ist der Wirkstoff Kupferhydroxid mit dem Handelspräparat „Cuprozin-flüssig“ für die Indikation Falscher Mehltau zugelassen. Die zulässige jährliche Ausbringung für „Cuprozin-flüssig“ im Weinbau beträgt 0,96 kg Reinkupfer/ha und Jahr; die Zulassung gilt für zwei Behandlungen nach der Blüte. Der Hersteller Spiess-Urania hat laut unseren Informationen eine Ausnahmeregelung für den ökologischen Landbau beantragt, die vergleichbar mit der bisherigen Regelung bei Funguran lautet: „mehrere Behandlungen mit niedrigeren Aufwandmengen bei Einhaltung der zulässigen Höchstmenge im ökologischen Landbau sind möglich“. Diese Flexibilisierung der Anwendung ist grundsätzlich zu begrüßen, die zugelassene Höchstmenge ist jedoch keinesfalls ausreichend, den Falschen Mehltau erfolgreich zu bekämpfen.

Eine Befragung zur Situation des Rebschutzes im ökologischen Weinbau in den Jahren 2000 und 2002 ergab eine durchschnittliche Aufwandmenge von etwa 2,5 kg Reinkupfer/ha und Jahr (Mittelwert für Deutschland). Dieser Wert belegt den verantwortungsvollen Umgang mit dem Wirkstoff Kupfer orientiert an der Maxime: Nur so viel wie unbedingt nötig!

2.1.2 Weitere Problemfelder. Weitere Schadpilze mit zurzeit regionaler Bedeutung sind die Schwarzfäule (*Guignardia bidwellii*) und der Rote Brenner (*Pseudopezicula tracheiphila*), die beide im Öko-Weinbau nur mit einer Kombination von Netzschwefel und Kupfer ausreichend bekämpft werden können. Ohne

Bekämpfung führen diese Pilzkrankheiten zu Ertrags-einbußen bzw. bei Schwarzfäule zu totalen Ertragsausfällen. Dies gilt auch für pilzwiderstandsfähige Sorten.

2.1.3 Maßnahmen zur Kupferminimierung. In der Praxis werden zurzeit folgende Maßnahmen zur Kupferminimierung eingesetzt:

- Nutzung von Prognosemodellen zur Bestimmung der Primärinfektion (Ziel: Optimierung des Anwendungsstartes), der Sekundärinfektionen und der Sommer-Bodeninfektionen (Ziel: Optimierung der Anwendungstermine und Minimierung der Anwendungsmengen)
- Kulturtechnische Maßnahmen zur besseren Abtrocknung der Laubwand in der Traubenzone und Verminderung des Befallspotenzials (Entblätterungsmaßnahmen in der Traubenzone ab der Blüte),
- Vorbeugende Minimaleinsatzstrategien für Kupfer (50-300 g Cu/ha und Behandlung) mit dem Ziel der kontinuierlichen Reduzierung des Befallsdrucks und der Einsatzmengenminimierung,
- Einbau von Pflanzenstärkungsmitteln auf Tonerdebasis in die Spritzfolge (Ziel: Verlängerung der Kupferapplikationsintervalle bei moderatem Befallsdruck),
- Anbau pilzwiderstandsfähiger Rebsorten: je nach Vorkommen von Pilzkrankheiten, für die es bisher keine widerstandsfähigen Sorten gibt (Schwarzfäule und Roter Brenner) und Vermarktungslage.

Im Rahmen des BÖL-Verbundprojektes „Optimierung des ökologischen Rebschutzes unter besonderer Berücksichtigung der Rebenperonospora“ wurden 110 Testprodukte (potentielle Alternativen zum Wirkstoff Kupfer) sowie neue Kupferformulierungen in Gewächshausversuchen untersucht. In Exaktversuchen wurden insgesamt 20 Testsubstanzen sowohl im Gewächshaus als auch im Freiland geprüft. Die Freilandergebnisse der Jahre 2004 bis 2007 auf verschiedenen Standorten in Deutschland zeigen deutlich, dass nur bei geringem bis mittlerem Befallsdruck mit Kupferreduzierungs-Strategien (< 2 kg Cu/ha a) ein ausreichender Schutz gegen Peronospora gewährleistet werden kann. Die meisten Kupferersatz-Strategien wiesen im Freiland bei der Regulierung starker Befallsereignisse erhebliche Schwächen auf, was zu starken Ertragseinbußen und hohen Qualitätsminderungen bei der Traubenqualität führte. Bei geringerem Befallsdruck zeigte nur ein Alternativpräparat auf Basis von Tonerde eine zufrieden stellende Wirkung. Allerdings ist diese Kupfer reduzierende Strategie nach Einschätzung der Projektleitung und Erfahrungen aus der Praxis auf Standorten oder in Jahren mit starkem Befallsdruck nicht ausreichend und kann zu empfindlichen Ertragseinbußen führen. Die Beratung kann diese Stoffe daher nicht im Sinne von Alternativen zum Kupferersatz empfehlen. Weitere Forschung zur Minimierung des Kupfereinsatzes und die Suche nach Alternativen

tiven für Kupfer ist für den ökologischen Weinbau dringend erforderlich.

2.1.4 Ausblick. Mit neuen, wirksameren Kupferwirkstoffen (low dose copper compounds), verbesserten Prognosemodellen und Applikationstechniken sowie optimierter Kulturtechnik kann der ökologische Weinbau eine weitere Minimierung des Kupferaufwandes erreichen. Das Potenzial der Minimierung ist in hohem Maße abhängig vom Standort und der Jahreswitterung und kann nur mit Hilfe von intensiver Versuchstätigkeit an verschiedenen Standorten abgeschätzt werden.

Für den Zeitraum bis zur Praxisreife von potentiellen Kupferreduzierungs- oder -ersatzstoffen ist ein Verzicht auf den Wirkstoff Kupfer für die Betriebe des ökologischen Weinbaus ökonomisch nicht tragbar.

Der Idealfall für den ökologischen Weinbau wäre die Entwicklung eines gleichwertigen Kupferersatzstoffes bzw. eines potenten Kupferwirkstoffes, der in geringsten Aufwandmengen über die gesamte Vegetationsperiode nach Bedarf eingesetzt werden könnte und dessen Gesamtkupferaufwandmenge sich in der Größenordnung des Cu Bedarfs / Entzugs der Rebe bewegt. Dies würde eine risikoarme Produktion bezüglich Ertrag und Qualität auch unter erschwerten Produktionsbedingungen ermöglichen.

Minimierungsstrategien werden von den Betrieben des ökologischen Weinbaus seit Verabschiedung der ersten Richtlinien im Jahre 1985 konsequent verfolgt. Diese freiwillige Beschränkung über mehr als 20 Jahre hat zu weitreichenden, praxiserprobten Erkenntnissen innerhalb der Kupferminimierungsstrategien geführt, die eine erhebliche Reduzierung des Gesamtkupfereinsatzes im Weinbau zur Folge hatten.

Der aktuelle Erkenntnisstand aus dem BÖL-Verbundprojekt „Optimierung des ökologischen Rebschutzes unter besonderer Berücksichtigung der Rebenperonospora“ belegt dies indirekt.

Aus diesen Erfahrungen und mangels vorhandener Alternativen im Sinne des ökologischen Landbaus ist es leider nicht möglich, eine Zeitschiene für ein Ausstiegsszenario zu eröffnen.

2.2 Ökologischer Obstanbau

Die erfolgreiche Regulierung von Pilzkrankheiten ist im ökologischen Obstanbau für einen ausreichenden Ertrag und eine gute Qualität der Früchte von zentraler Bedeutung. Für viele Krankheiten und verschiedene Obstarten ist Kupfer das einzig im Öko-Landbau verfügbare wirksame Fungizid (vgl. Tab. 1). In Deutschland dürfen für Mitglieder der Verbände des Öko-Landbaus nur maximal 3 kg/ha und Jahr an Reinkupfer eingesetzt werden während in anderen EU-Mitgliedstaaten die Höchstmenge auf 6 kg/ha und Jahr begrenzt ist. Momentan besteht nur eine Zulassung für Cuprozin WP für die Indikation „Kernobst Obstanbaumkrebs“ und für Funguran für die Indikation Kragenfäule als Streichbehandlung. Für alle anderen Indikationen muss die Aufbrauchfrist für Funguran genutzt werden.

Restmengen von Funguran dürfen noch zwei Jahre aufgebraucht werden. Dies hat zur Folge, dass die Anwendung zwar legal ist, aber trotzdem innerhalb eines gewissen „gefühlten Graubereichs“ erfolgt. Die Genehmigung nach § 11 PflSchG hat dieses Problem zwar für 2008 gelöst. Dieser Mangel an verlässlichen Rahmenbedingungen beeinträchtigt nicht nur die bestehenden Betriebe, sondern vor allem auch den Prozess der Neuumstellung. Es gibt derzeit viele Interessenten an einer Neuumstellung, die teilweise jedoch keine Restmengen von Funguran zur Verfügung haben. Diese interessierten Betriebe können ohne Funguran eine Umstellung nicht durchführen und müssen gegebenenfalls bis zu einer Wiederzulassung warten. Viele Betriebe wollen auch das Risiko einer Umstellung nicht eingehen, wenn zu erwarten ist, dass dieses essentielle Fungizid unter Umständen bald nicht mehr zur Verfügung steht. Dies führt zu einer Verzögerung der Umstellung auf Ökologischen Obstanbau. Der Handel wird seine Nachfrage mit Produkten aus anderen Ländern decken, in denen Kupfer zugelassen ist. Dies führt bereits jetzt zu einer erheblichen Wettbewerbsverzerrung und kann auf Dauer dazu führen, dass sich Handelsbeziehungen mit dem Ausland etablieren und festigen, so dass die inländische Produktion später Schwierigkeiten hat, sich am Markt zu behaupten.

Die Anwendung von Kupferoctanoat (Cueva) im Ökologischen Landbau ist seit dem Frühjahr 2008 zulässig. Erste Versuchserfahrungen weisen auf eine gewisse Problematik im Bereich der Phytotoxizität hin, so dass im Moment kein großflächiger Einsatz empfohlen werden kann. In Versuchen wird das Präparat derzeit getestet.

Ein ersatzloser Wegfall von Kupferpräparaten würde gegenwärtig im deutschen Bioapfelanbau zu einem Schadenspotential von ca. 15 bis 20 Mio. Euro pro Jahr führen, da der Ertrag und der Anteil vermarktungsfähiger Ware stark einbrechen würde. Bei ca. 2000 ha Apfelanlagen in Bioobstbaubetrieben wäre zusätzlich ein Investitionsvolumen in Obstanlagen in Höhe von 50 Mio. Euro durch von Obstanbaumkrebs und Kragenfäule verursachten Baumschäden in Höhe von 10 Prozent pro Jahr gefährdet. Das Ertragspotential von ca. 1000 ha Bio-Stein- und Beerenobst in Höhe von 10 Mio. Euro pro Jahr könnte komplett ausfallen. Mittelfristig ginge durch Rückumstellungen ein großer Teil der momentan vorhandenen Fläche verloren.

2.2.1 Kupferminimierung im Ökologischen Obstanbau. An Alternativen zu Kupfer- und Schwefelpräparaten bei der Regulierung des Apfelschorfes wurde im Rahmen nationaler (z. B. Forschungsprojekt 02OE109 „Untersuchungen zum Einsatz alternativer Stoffe zur Regulierung des Apfelschorfes“) und internationaler Projekte (z. B. REPCO) gearbeitet. Bis jetzt liegen noch keine Ergebnisse vor, die eine Alternative für Kupferpräparate in Aussicht stellen. Zu diesem Ergebnis kam auch die internationale Gemeinschaft der im Ökologischen Obstanbau tätigen Versuchsansteller an der Tagung ECOFRUIT vom 18. bis 20.02.08 in Weinsberg, die ein entsprechendes Statement formuliert und an EFSA sowie DG SANCO

Tab. 1. Unverzichtbare Indikationen für Kupferpräparate im Ökologischen Obstbau (bei der Indikation „Schorf“ ist Kupfer unverzichtbar für Behandlungstermine, an denen die Wirkung von Netzschwefelpräparaten witterungsbedingt nicht oder nur unzureichend gegeben ist. Die Aufwandmengen beziehen sich auf das Präparat Funguran)

| Indikation | Kultur | Max. Aufwandmenge in kg Reinkupfer/ha und m KH | Anwendung | Gesamtaufwandmenge [kg Cu/ha·a] |
|------------------------|----------------|--|--|---------------------------------|
| Schorf | Kernobst | 0,25 | vor der Blüte, Nachblüte | < 3 |
| Krebs | Kernobst | 0,5 | Nachernte | < 3 |
| Kragenfäule | Kernobst | 0,5 | Streichbehandlung Stammbasis | < 3 |
| Feuerbrand | Kernobst | 0,25 | Vorblüte, ggf. Nachblüte | < 3 |
| Valsa | Steinobst | 0,5 | nach der Ernte | < 3 |
| Schrotschuss | Steinobst | 0,5 | bis Blühbeginn | < 3 |
| Monilia | Steinobst | 0,5 | bis Ende des Ballonstadiums | < 3 |
| Kräuselkrankheit | Pfirsich | 0,5 | beim Knospenschwellen [Abstand: 7 bis 10 Tage] | < 3 |
| Narrentaschenkrankheit | Pflaume | 1 | vor der Blüte | < 3 |
| Rutensterben | Himbeere | 1,1 | vor Blüte/nach der Ernte | < 3 |
| Rankenkrankheit | Brombeere | 1,1 | vor Blüte/nach der Ernte | < 3 |
| Weißflecken | Erdbeere | 1,5 | vor Blüte und nach Ernte | < 3 |
| Säulchenrost | Johannisbeeren | 0,3 | von Austrieb bis Blüte bzw. nach der Ernte | < 3 |

gesendet hat. Im Rahmen eines im Jahr 2008 bewilligten BÖL-Projektes zur Regulierung des Apfelschorfs sollen Ansätze für Alternativen besser ausgearbeitet und ihre Möglichkeit der Integration in eine optimierte Kupferminimierungsstrategie ausgetestet werden. Hier gibt es erste vielversprechende Ansätze. Ebenfalls in diesem Projekt soll die gezielte Schorfbekämpfung nach Prognosemodellen optimiert werden. Ein wichtiges Thema ist auch die Reduktion des Befallsdrucks (Anlagenhygiene). Dies wird unter anderem durch Falllaubeseitigung mittels spezieller Geräte angestrebt. Schorfresistente bzw. -tolerante Sorten erlangen im Öko-Apfelbau zunehmende Bedeutung. Durch Eigeninitiative der Öko-Obstbauern kam vor einigen Jahren die Sorte „Topaz“ auf den Markt, die aufgrund guter Fruchtqualität vom Markt auch akzeptiert wird. In den meisten Regionen werden Sortentests in Zusammenarbeit mit Versuchsstationen auch auf den Öko-Betrieben unter den entsprechenden Bedingungen durchgeführt, um rasch Informationen über neue robuste Sorten zu erlangen. Allerdings muss angemerkt werden, dass die Resistenz von ehemals schorfresistenten Sorten zum Teil schon gebrochen ist und diese Sorten auch gegen andere Krankheiten (z. B. Rußfleckenkrankheit, Kragenfäule) empfindlich sind, so dass ein völliger Verzicht auf Kupfer auch mit „resistenten“ Sorten nicht möglich ist. Der vermehrte Anbau solcher Sorten kann aber zu einer Reduzierung der Aufwandmenge beitragen und wird im Öko-Obstbau stark forciert. Jedoch scheint nach bisherigen Erfahrungen der Markt für neue resistente Sorten begrenzt zu sein, so dass weiterhin schorfanfällige Sorten eine Rolle spielen.

Bei schorfresistenten Sorten spielt der Obstbaumkrebs nach wie vor eine wichtige Rolle. Auch hier ist der Ein-

satz von Kupfer bedeutsam, auch in der Integrierten Produktion. Im Steinobst kommt Kupfer ebenfalls eine zentrale Rolle zu. Monilia und Kräuselkrankheit sowie die Schrotschusskrankheit sind im Moment nur mit Kupfer zu regulieren. Beim Beerenobst sind vor allem die Rutenkrankheit bei Himbeeren und die Rankenkrankheit bei Brombeeren wichtige Indikationen für die keine Alternativen zu Kupfer existieren. Schäden durch Obstbaumkrebs und Kragenfäule verursachen einen deutlich erhöhten Arbeitsaufwand für Schnitt und Behandlungsmaßnahmen, bei einer unvermeidbaren zusätzlichen Reduzierung des Ertragspotentials von ca. 10% pro Jahr. Bereits bei der gegenwärtig zur Verfügung stehenden minimalen Kupfereinsatzmenge treten in Jahren mit ungünstiger Witterung Schäden in der genannten Höhe auf.

Langfristig kommt der Sortenzüchtung jedoch eine große Bedeutung zu. Deshalb ist die Züchtung von gentechnikfreien und damit für den Öko-Obstbau geeigneten Sorten mit Resistenzeigenschaften für eine Kupferminimierungsstrategie mittelfristig von sehr großer Bedeutung und muss unbedingt weiter ausgebaut werden. Des Weiteren ist es von großer Bedeutung, dass diese Sorten den Betrieben ohne Einschränkungen zur Verfügung stehen und nicht an bestimmte „Clubs“ gebunden sind. Die Lizenzvergabe sollte hingegen so erfolgen, dass das Pflanzgut auch aus ökologisch bewirtschafteten Baumschulen verfügbar ist.

Neue Ansätze zur Reduzierung der Kupferaufwandmenge könnten durch die neue Generation von Kupferpräparaten (geringerer Kupfergehalt), mit denen am KoGa Ahrweiler bereits erste Tastversuche durchgeführt worden sind, erfolgen.

Im Rahmen des Arbeitsnetzes zur Weiterentwicklung der Produktionstechnik im ökologischen Obstbau

(BÖL-Projekt Nr. 100), wird die Strategie zur Minimierung von Kupfer intensiv diskutiert und Vorschläge für deren Umsetzung in der Praxis gemacht. Ein Schwerpunkt lag dabei neben Sortenprüfungs- und Sortenzüchtungsinitiativen auf neueren Kupferpräparaten. Es wurde z. B. ausgetestet, inwiefern bei Kernobst mit dem neuen Präparat Cuprozin flüssig der Fa. Spieß-Urania auf der Basis von Kupferhydroxid Pflanzenschäden zu erwarten sind. Außerdem erfolgten erste vergleichende Wirkungsprüfungen im KoGa Ahrweiler. Auf dieser Basis wird im Jahr 2008 erstmals ein Ringversuch auf Praxisbetrieben mit diesem Präparat durchgeführt. Getestet werden soll auch, inwiefern mit diesem Präparat die Kupferaufwandmenge pro ha und Jahr reduziert werden kann. Um hier ausreichende Erfahrungen zu sammeln, müssen mehrjährige Ringversuche auf möglichst vielen Betrieben in verschiedenen Regionen erfolgen. Aufbauend auf diesen Erfahrungen und den Ergebnissen aus dem BÖL-Projekt zur Kupferminimierung, kann dann das Potential der Reduzierung des Kupfereinsatzes im ökologischen Kernobstanbau abgeschätzt werden. Für Steinobst wäre ein ähnliches Vorgehen sinnvoll, obgleich bislang noch nicht umgesetzt. Bereits jetzt lässt sich aber aus den Ergebnissen der Ringversuche abschätzen, dass nur durch eine Verfügbarkeit des Präparates Cuprozin® flüssig auch im Obstbau Strategien zur Kupferminimierung angedacht und umgesetzt werden können.

2.2.2 Erarbeitung einer Datengrundlage zur realistischen Einschätzung der Effekte von Kupferpräparaten. Im Rahmen der Diskussionen im Arbeitsnetz haben viele Betriebe Aufklärungsbedarf zu den oft diskutierten negativen Wirkungen von Kupferpräparaten auf das Bodenleben (z. B. Regenwürmer) geäußert. In vielen von früheren Generationen stark belasteten Böden (z. B. alten Hopfengärten) wird von den Praktikern eine starke Regenwurmakktivität beobachtet. Auch die diskutierten Nebenwirkungen auf Vögel decken sich nicht mit den Praxisbeobachtungen. Kleinsäuger in Form von Feld- und Wühlmäusen, die ebenfalls durch Kupfer geschädigt werden sollen, richten in Öko-Obstanlagen sogar Schäden von großer wirtschaftlicher Bedeutung an. Aus diesen Gründen wird von den Öko-Obstbaubetrieben die Erarbeitung einer entsprechenden Datengrundlage aus Öko-Anlagen in Öko-Anlagen gewünscht, um entsprechende Effekte nachvollziehen zu können. Viele Praxisbetriebe aus dem gesamten Bundesgebiet haben ihre Mitwirkung dazu bereits angeboten.

2.3 Ökologischer Hopfenanbau

Hopfen als Dauerkultur wird von vielen Schadorganismen befallen, die auch in Öko-Betrieben regelmäßig bekämpft werden müssen. Brauereien, die Öko-Hopfen verwenden, stellen grundsätzlich die gleichen Qualitätsanforderungen an die Hopfendolden wie die Käufer konventionell erzeugter Ware. Die wichtigsten Krankheiten, der Falsche Mehltau und der Echte Mehltau, werden in Öko-Betrieben überwiegend mit kupfer- und schwefel-

haltigen Produkten in Kombination mit Gesteinsmehl bekämpft.

2.3.1 Maßnahmen zur Kupferminimierung. Bei den verfügbaren Hopfensorten gibt es große Unterschiede in der Anfälligkeit gegenüber Krankheiten. Grundsätzlich wird der Öko-Hopfenpflanzer widerstandsfähige oder tolerante Sorten auswählen. Die Wahlfreiheit wird jedoch vom Markt eingeschränkt im Fall, dass ein Brauer für seinen Biertyp eine spezielle Sorte benötigt, die anfällig gegenüber Krankheiten ist.

Die derzeitige maximale Aufwandmenge im Öko-Hopfenbau zur Bekämpfung des Falschen Mehltaus (*Pseudo-peronospora humuli*) ist vom privatrechtlichen Bioanbau auf 4,0 kg Kupfer pro Hektar und Jahr begrenzt. Diese Menge wird bei maximal zehn Anwendungen ausgebracht. Öko-Hopfenbaubetriebe verwenden eine Kombination von kupfer- und schwefelhaltigen Produkten und Gesteinsmehl. Damit kann auch bei anfälligen Sorten (soweit sie vom Markt gefordert werden) diese Grenze immer eingehalten werden. Die Anzahl der Anwendungen und die Aufwandmenge von kupferhaltigen Pflanzenschutzmitteln wurden im Öko-Hopfenanbau bereits auf das nach dem Stand der Technik geringstmögliche Maß reduziert. Im Vergleich dazu wurden früher im konventionellen Anbau ca. 60 kg Cu/ha a bei 15 bis 17 Spritzungen ausgebracht.

Eine durchschnittliche Hopfenernte entzieht durch die hohe Biomasse dem Boden bis zu 2 kg Cu/ha und liegt damit deutlich über dem Entzug anderer Nutzpflanzen. Bei Gehaltsstufe C (= 0,8-2,0 mg Cu/kg Boden für leichte und humose Böden bzw. 1,2-4,0 mg Cu/kg für mittlere bis schwere Böden) wird bereits für alle Kulturen eine Düngung von 1-3 kg Cu/ha empfohlen. Die Rückführung von Hopfenhäcksel (Restpflanze) erfolgt nicht zwangsläufig auf Hopfenflächen, sondern wird im Öko-Hopfenanbau überwiegend großflächig und mehrjährig rotierend Ackerflächen zugeführt. Zu beachten ist weiterhin, dass in Öko-Hopfenanlagen eine Begrünung zwischen den Reihen erfolgt, wodurch ausgebrachte Spritzmittel den Boden dort nur reduziert erreichen. Teilweise wird auch die Grünmasse der Zwischenbegrünung aus den Gärten entfernt. Mit diesen Maßnahmen (geringe Aufwandmenge, Entzug, Abtransport und großflächige, rotierende Verteilung von Häckselgut auf Ackerflächen) wird unter derzeitigen Praxisbedingungen im Öko-Hopfenanbau eine Anreicherung von Kupfer weitestgehend vermieden.

In einem 3-jährigen Versuchsprogramm mit dem Thema: „Entwicklung von Pflanzenschutzstrategien im ökologischen Hopfenbau als Alternativen zur Anwendung kupfer- und schwefelhaltiger Pflanzenschutzmittel“ wurden alle derzeit bekannten Kupferersatzprodukte geprüft. Dabei konnte kein im Öko-Hopfenanbau zulässiges Produkt die Anforderungen erfüllen. In bisherigen Prüfungen mit Neuformulierungen von kupferhydroxidhaltigen Produkten zeigt sich, dass eine 0,2 %ige Konzentration für eine sichere Wirkung bei Einsatz nach dem Peronospora-Warndienst notwendig ist. Bei einer Wasserauf-

wandmenge von 2500 l/ha sind dies 5 l/ha Produkt bzw. 1,5 kg Cu/ha (bei 30% Wirkstoffgehalt). Im Öko-Anbau kann nach aktuellem Erkenntnisstand voraussichtlich auf 3,5 kg Cu/ha und Gesamtsaison reduziert werden. Die Prüfungen mit Neuformulierungen von kupferhydroxidhaltigen Produkten sind viel versprechend und wurden 2008 im Auftrag der Firma Spiess-Urania weitergeführt.

Neue Applikationstechniken können mittelfristig zu Einsparung führen, zum Beispiel durch die Anwendung der Sensortechnik für Pflanzenschutzmittelapplikationen in frühen Wachstumsstadien, wenn die Pflanzen den Boden nur wenig bedecken. Durch den Einsatz von Sensoren, die die Blattflächen und damit die Pflanze erkennen, soll eine zielgenaue Applikation ermöglicht und Pflanzenschutzmittelverluste reduziert werden. Einsparungen bei den frühen Applikationen bis zu 50 Prozent sind durchaus möglich. Versuche dazu werden an der LfL im Hopfenforschungszentrum Hüll durchgeführt. Exakte Wirkungsversuche mit Einsatz im Biobereich stehen noch aus. Bisher scheint es, dass die hohen Anschaffungskosten der Sensortechnik (11 400 €) ein Hemmnis für die Einführung in die Praxis sind. Hier wären weitere Versuchsanstellungen, gerade mit dem Hintergrund der Kupfereinsparung, nötig. Dazu können Investitionszuschüsse für die Einführung in die Praxis erwogen werden.

Ein interessanter Ansatz ist auch die Verwendung von verbesserten Additiven (Netz- und Haftmittel), die es ermöglichen könnten, die ausgebrachte Kupfermenge zu reduzieren. Hier sollten Versuche angestellt und gefördert werden. Ein weiterer Ansatz sind Niedrigerüsthopfenanlagen, bei denen der Kupfereintrag pro Flächeneinheit vermindert werden kann und zusätzlich Effekte durch verlustärmere Spritztechniken denkbar sind. Diese Möglichkeit ist allerdings langfristig zu betrachten, zumal hier auch ein Sortenwechsel notwendig ist. Mit den jetzigen Sorten ist diese Kultivierungsform ökonomisch nicht vertretbar. Es wird allerdings bereits daran gearbeitet, neue Sorten für diese Anlageform zu finden. Es läuft hierzu ein Züchtungsprogramm, das vom BMELV finanziert wird. Dieses soll weiter verfolgt werden. Ebenfalls langfristig zu betrachten sind Fortschritte bei der Resistenzzüchtung. Hieran wird an der LfL, Hopfenforschungszentrum Hüll, gearbeitet. Widerstandsfähigkeit gegen Krankheiten hat bei den Züchtungsprogrammen heute höchste Priorität, jeder neu selektierte Stamm bis zum 2. Jahr wird auf Hopfen-Peronosporaresistenz geprüft und nur bei entsprechender Widerstandsfähigkeit weiter verfolgt.

Eine sinnvolle begleitende Maßnahme ist die Überwachung der tatsächlich festzustellenden Veränderungen im Kupfergehalt der Böden von Hopfenanlagen bei Kupferanwendung. Die Praktiker berichten seit Jahren davon, dass bei jährlicher Ausbringung von bis zu 4 kg Kupfer/ha keine Anreicherung in ihren Hopfengärten festzustellen sei; der Entzug wird auf 2 bis 3 kg Kupfer/ha und Jahr durch die Hopfenpflanzen gerechnet, hier wären Exaktversuche angebracht unter Einbeziehung der Anwen-

dung in der Praxis (Hopfenhäcksel kompostiert auf andere Flächen verteilt).

2.3.2 Ausblick. Insgesamt ist festzuhalten, dass im ökologischen Hopfenanbau bereits zahlreiche Maßnahmen zur Reduzierung der Kupferaufwandmenge einerseits sowie der Kupferanreicherung andererseits erforscht und erfolgreich in die Praxis umgesetzt wurden. Weitere Reduzierungen sind mit Hilfe der angesprochenen Maßnahmen, speziell wenn Neuformulierungen und Niedrigkupfermittel in der Praxis verfügbar sind, mittel- und langfristig denkbar. Bei einem gänzlichen Verzicht auf kupferhaltige Pflanzenschutzmittel ohne die Verfügbarkeit gleichwertiger öko-kompatible Alternativen müssen Öko-Hopfenbaubetriebe ihren Betrieb einstellen.

2.4 Ökologischer Kartoffelanbau

Im Öko-Kartoffelanbau verursacht die Kraut- und Knollenfäule (*Phytophthora infestans*) regelmäßig hohe Ertrags- und Qualitätseinbußen. Pflanzenschutzmittel auf Kupferbasis stellen derzeit die einzige effektive direkte Regulierungsmöglichkeit dar. In der EG-Öko-VO gilt die Höchstmenge von 6 kg Cu/ha·a auch für den Kupfereinsatz im Kartoffelanbau. In Deutschland haben die Bio-Anbauverbände die maximale Einsatzmenge auf 3 kg Cu/ha·a im Kartoffelanbau begrenzt. Vor dem Einsatz von Kupfer im Kartoffelbau muss eine Ausnahmegenehmigung beantragt werden. Betriebe, die dem Demeter-Verband angeschlossen sind, dürfen kein Kupfer im Kartoffelanbau einsetzen, was allerdings mit entsprechenden Ertragseinbußen verbunden ist. Nach Einschätzung der Beratung werden im Mittel der Jahre nicht mehr als 1,5 bis 2 kg Cu/ha·a im Kartoffelbau eingesetzt. Eine repräsentative Umfrage im Jahr 2002 hat zudem ergeben, dass etwa 36 % der Kartoffelanbaubetriebe auf rund 50 % der Kartoffelanbaufläche Pflanzenschutzmittel auf Kupferbasis gegen die Kraut- und Knollenfäule einsetzen. Kartoffeln werden im Durchschnitt der Öko-Fruchtfolgen etwa alle vier bis fünf Jahre auf der gleichen Fläche angebaut. Geht man von einem durchschnittlichen Kupfereinsatz von zwei Kilogramm auf den behandelten Flächen aus, so ergibt sich unter Berücksichtigung der Fruchtfolgen (Anbau von Kartoffeln alle 4 bis 5 Jahre) bezogen auf die Fläche ein Menge von 450 g Cu/ha·a. Allerdings ist hierbei zu berücksichtigen, dass witterungsbedingt nicht in jedem Jahr oder jeder Region die Kraut- und Knollenfäule mit gleicher Schwere auftritt, so dass in diesen Jahren Bekämpfungsmaßnahmen erheblich reduziert werden bzw. ganz unterbleiben können.

2.4.1 Kupferminimierungsstrategie im ökologischen Kartoffelanbau. Im Öko-Kartoffelanbau wurden in den letzten 15 Jahren verschiedene Maßnahmen zur Reduzierung der Kupferaufwandmenge entwickelt und auf den Betrieben umgesetzt. Zu den wichtigsten und effektivsten zählt der Dreiklang aus guter Nährstoffversorgung,

Vorkeimen der Saatkartoffeln und Sortenwahl. Während eine ausreichende Nährstoffversorgung, vor allem mit Stickstoff, der Realisierung möglichst hoher Wachstumsraten in der infektionsfreien Zeit dient, zielen die beiden anderen Maßnahmen auf einen zeitlichen Vorsprung mit Blick auf Entwicklung und Ertragsbildung ab. Mit dem Vorkeimen lässt sich der Start der Ertragsbildung um etwa 10 Tage vorverlegen, wodurch der Infektionsverlauf der Kraut- und Knollenfäule in einen späteren Abschnitt der Ertragsbildung verschoben wird und die potenziellen Ertragsverluste verringert werden. Die Wahl von Sorten mit einem frühen Knollenansatzpunkt trägt etwa ähnlich stark wie das Vorkeimen zu einem Entwicklungsvorsprung bei.

Der Einsatz weniger *Phytophthora*-anfälliger Sorten spielt im Öko-Kartoffelbau ebenfalls eine zunehmend wichtigere Rolle seit solches Pflanzgut am Markt verfügbar ist. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass mitunter widerstandsfähigere Sorten vom Endkonsumenten nicht angenommen werden (z. B. Bettina, Escort, Simone).

Der Einsatz von Pflanzenstärkungsmitteln wie z. B. Mycosin bietet eine weitere Möglichkeit gegebenenfalls in Kombination mit dem Einsatz von reduzierten Kupfermengen den Befall zu reduzieren. Allerdings ist das Regulierungspotenzial von Pflanzenstärkungsmitteln deutlich begrenzt und versagt bei schwereren Infektionsverläufen. Ferner sind die Effekte der Pflanzenstärkungsmittel in vielen Untersuchungen nicht signifikant.

In den letzten Jahren wurden einige Forschungsvorhaben vor allem im Bundesprogramm Öko-Landbau der Minimierung von Kupferaufwendungen im Kartoffelbau gewidmet. Unter anderem zeigten dabei Versuche zur Unterblattapplikation mit verminderter Kupfermenge und neueren Präparaten, dass erhebliches Reduktionspotenzial bei der Kupferaufwandmenge durch neue Applikationsweisen und Geringkupferformulierungen vorhanden ist. Pflanzenschutzmaßnahmen mit reduzierter Kupfermenge sind insbesondere dann effektiv einsetzbar, wenn sie auf den Vorhersagen von Prognosemodellen beruhen, wie z. B. SIMPHYT oder BioPhytoPRE. Das Prognosemodell SIMPHYT wird bereits erfolgreich im konventionellen Anbau eingesetzt und wurde jüngst auch für die ökologische Produktionsweise angepasst. Mit Blick sowohl auf Prognosemodelle als auch auf das „Geringkupferpräparat“ Cueva (Kupferoktanoat) müssen erst weitere Erfahrungen in der Praxis gesammelt werden, da Öko-SYMPHIT noch weiter in der Praxis validiert werden muss und Kupferoktanoat-Präparate gemäß EG-Öko-VO erst ab Frühjahr 2008 für die Verwendung im Öko-Landbau gelistet wurden.

Eine weitere, viel versprechende Minimierungsmaßnahme kann die Beizung der Saatkartoffel mittels kupferhaltigen Präparaten wie Cuprozin flüssig darstellen. Dabei werden die Saatkartoffeln mit einem dünnen Wirkstofffilm überzogen, um so den Primärbefall mit Kraut- und Knollenfäule zu reduzieren. Hierbei kom-

men Kupfermengen von 80 bis 120 g Cu/ha zum Einsatz.

2.4.2 Ausblick. Insgesamt ist festzustellen, dass im ökologischen Kartoffelbau zahlreiche Maßnahmen zur Reduzierung der Kupferaufwandmenge erforscht und erfolgreich in der Praxis umgesetzt wurden und derzeit noch werden. Dieser Trend wird sich in der Zukunft fortsetzen lassen, so dass im Öko-Kartoffelbau, der mit seiner vergleichsweise großen Anbaufläche derzeit die größte Gesamtkupfermenge für Pflanzenschutz zwecke benötigt, sich voraussichtlich in einer Frist von 10 bis 15 Jahren eine Kupferaufwandmenge erreichen lässt, die im mehrjährigen Durchschnitt dem pflanzlichen Entzug entspricht und damit im wissenschaftlichen Sinne als nachhaltig gelten kann.

2.5 Ökologischer Gemüsebau

Im ökologischen Gemüsebau führen verschiedene Pilzkrankheiten, allen voran die Gruppe der Falschen MehltauPilze, die Kraut- und Braunfäule sowie verschiedene Blattfleckenkrankheiten, regelmäßig zu Ertragsausfällen und Qualitätsproblemen. Als besondere Brennpunkte, die je nach Witterung und Jahr den Einsatz von Kupfer nötig machen, seien erwähnt:

- Tomaten: *Phytophthora infestans* (bedeutendste Krankheit), daneben auch *Septoria lycopersici*, *Alternaria solani* und *Didymella lycopersici*
- Knollensellerie: *Septoria apiicola* (bedeutendste Krankheit)
- Spargel: *Puccinia asparagi* (bedeutendste Krankheit) (und *Stemphylium botryosum*, worauf Kupfer eine Nebenwirkung hat)
- Möhre: *Alternaria dauci* (bedeutendste Krankheit)
- Speisezwiebel: *Peronospora destructor* (bedeutendste Krankheit)
- Gurke, Zucchini, *Pseudoperonospora cubensis*
- Kürbis, Patisson: (bedeutendste Krankheit)

Neben dem Instrumentarium an vorbeugenden Maßnahmen (siehe weiter unten) sind Pflanzenschutzmittel auf Kupferbasis derzeit die einzige direkte, effektive Regulierungsmöglichkeit. In der EG-Öko-Verordnung (VO) gilt die Höchstmenge von 6 kg Cu/ha·a auch für den Kupfereinsatz im Gemüsebau. In Deutschland haben die Öko-Anbauverbände die maximale Einsatzmenge auf 3 kg Cu/ha·a im Gemüsebau begrenzt. Vor dem Einsatz von Kupfer im Gemüsebau muss eine Ausnahmegenehmigung beantragt werden. Kupfermittel werden im ökologischen Gemüsebau äußerst zurückhaltend und nur beschränkt auf extreme Witterungs- und Kleinklima-Situationen eingesetzt; der Einsatz erfolgt keinesfalls routinemäßig jedes Jahr auf jeder Fläche der nach Pflanzenschutz-Gesetz möglichen Kulturen. Daraus resultiert, dass die nach Verbandsrichtlinien möglichen 3 kg Cu/ha·a im Schnitt der Gemüsebauflächen nicht ansatz-

weise erreicht werden; qualifizierte Beraterschätzungen gehen von maximal 150 g Cu/ha-a im Jahresschnitt aller ökologischen Gemüseflächen aus.

2.5.1 Kupferminimierungsstrategien für den ökologischen Gemüsebau. Im ökologischen Gemüsebau wird ein ganzes Bündel an vorbeugenden Maßnahmen praktiziert, um den Einsatz von Kupfermitteln auf absolute Ausnahmesituationen beschränken zu können. Die Anstrengungen von Praxis und Beratung zielen dabei auf weiter sinkende Kupfermengen. Zu den wichtigsten Aspekten gehören dabei:

- Verwendung von toleranten und resistenten Sorten
- Alle Maßnahmen, die zu einem möglichst raschen Abtrocknen von Pflanzenbeständen nach Niederschlägen oder Beregnung beitragen, wie:
 - geringere Bestandesdichten (weitere Abstände zwischen und in den Reihen) als im konventionellen Anbau
 - Anlage der Reihen möglichst in Hauptwindrichtung
 - Möglichst unkrautfreie/unkrautarme Bestände
 - Einsatz von Klimacomputern mit luftfeuchteabhängiger Regelung des Gewächshausklimas
 - Beregnung von unten (Tröpfchenbewässerung, Ebbe-Flut-Bewässerung)
 - Beregnung und Pflanzenschutz- und -stärkungsspritzungen immer so terminieren, dass Bestände trocken in die Nacht gehen
 - Pflanzen (inkl. Stecken von Steckzwiebeln) statt Säen, um den Kulturen einen Vorsprung vor der Krankheit einzuräumen, damit bei Auftreten der Krankheit nahezu kein ertragsrelevanter Schaden mehr entstehen kann
 - Dammkultur statt Flachkultur zwecks besserer Durchlüftung von unten
 - Einsatz von Pflanzenstärkungsmitteln

Der Einsatz von Pflanzenstärkungsmitteln wie z. B. Elot-Vis oder Mycosin ist eine der vielen vorbeugenden Möglichkeiten, um den Einsatz von Kupfer zu minimieren und kann natürlich auch in Kombination mit dann deutlich reduzierten Kupfermengen praktiziert werden. Das Potenzial von Pflanzenstärkungsmitteln ist allerdings begrenzt und versagt bei schweren Infektionsverläufen. Sinn macht der Einsatz nur im regelmäßigen (7 bis 10-tägig), vorbeugenden Einsatz vor Infektionsbeginn. Leider sind die Effekte von Pflanzenstärkungsmitteln in vielen Untersuchungen bisher nicht signifikant.

2.5.2 Ausblick. Insgesamt ist festzustellen, dass der ökologische Gemüsebau in der ganzen Breite von Praxis, Beratung und Züchtung sehr große Anstrengungen unternommen hat und weiterhin unternimmt, um den Kupferinsatz zu minimieren. Kupfer als Mittel für Extremsituationen wird in absehbarer Zeit unverzichtbar für den ökologischen Gemüsebau sein, die ausgebrachten Mengen

aber lassen sich bei weiterer Entwicklung des vorbeugenden Maßnahmenbündels mit Hilfe von Wissenschaft und Forschung weiter reduzieren.

2.6 Ökologischer Zierpflanzenbau (inkl. Stauden und Gehölzen)

Im ökologischen Zierpflanzenbau führen verschiedene Pilzkrankheiten, allen voran Falsche Mehlaupilze und pilzliche Blattfleckererreger sowie Feuerbrand an Baumschulgehölzpflanzen regelmäßig zu Ertragsausfällen und Qualitätsproblemen.

Neben dem ganzen Instrumentarium an vorbeugenden Maßnahmen (siehe weiter unten) sind Pflanzenschutzmittel auf Kupferbasis derzeit die einzige direkte, effektive Regulierungsmöglichkeit. In der EG-Öko-Verordnung gilt die Höchstmenge von 6 kg Cu/ha-a auch für den Kupfereinsatz im Zierpflanzenbau. In Deutschland haben die Öko-Anbauverbände die maximale Einsatzmenge auf 3 kg Cu/ha-a im Zierpflanzenbau begrenzt. Vor dem Einsatz von Kupfer im Zierpflanzenbau muss eine Ausnahmegenehmigung beantragt werden. Kupfermittel werden im ökologischen Zierpflanzenbau äußerst zurückhaltend und nur beschränkt auf extremen Witterungs- und Kleinklima-Situationen eingesetzt; der Einsatz erfolgt keinesfalls routinemäßig jedes Jahr auf jeder Fläche der nach PS-Gesetz möglichen Kulturen. Daraus resultiert, dass die nach Verbandsrichtlinien möglichen 3 kg Cu/ha-a im Schnitt der Zierpflanzenbauflächen nicht ansatzweise erreicht werden; qualifizierte Beraterschätzungen gehen von maximal 50 kg Cu/ha-a im Jahresschnitt aller ökologischen Zierpflanzenflächen aus.

2.6.1 Kupferminimierungsstrategien im ökologischen Zierpflanzenbau. Im ökologischen Zierpflanzenbau wird ein ganzes Bündel an vorbeugenden Maßnahmen praktiziert, um den Einsatz von Kupfermitteln auf absolute Ausnahmesituationen beschränken zu können. Die Anstrengungen von Praxis und Beratung zielen dabei auf weiter sinkende Kupfermengen.

Zu den wichtigsten Dingen gehören dabei:

- Verwendung von toleranten und resistenten Sorten
- Alle Maßnahmen, die zu einem möglichst raschen Abtrocknen von Pflanzenbeständen nach Niederschlägen oder Beregnung beitragen, wie:
 - Geringere Bestandesdichten (weitere Abstände zwischen und in den Reihen) als im konventionellen Anbau
 - Anlage der Reihen möglichst in Hauptwindrichtung
 - Möglichst unkrautfreie/unkrautarme Bestände
 - Einsatz von Klimacomputern mit luftfeuchteabhängiger Regelung des Gewächshausklimas
 - Beregnung von unten (Tröpfchenbewässerung, Ebbe-Flut-Bewässerung)
 - Beregnung und Pflanzenschutz- und -stärkungsspritzungen immer so terminieren, dass Bestände trocken in die Nacht gehen

- Pflanzen statt Säen, um den Kulturen einen Vorsprung vor der Krankheit einzuräumen, damit bei Auftreten der Krankheit nahezu kein ertragsrelevanter Schaden mehr entstehen kann
- Dammkultur statt Flachkultur → bessere Durchlüftung von unten
- Einsatz von Pflanzenstärkungsmitteln

Der Einsatz von Pflanzenstärkungsmitteln wie z. B. NeudoVital, Elot-Vis oder Mycosin ist eine der vielen vorbeugenden Möglichkeiten, um den Einsatz von Kupfer zu minimieren und kann natürlich auch in Kombination mit dann deutlich reduzierten Kupfermengen praktiziert werden. Das Potenzial von Pflanzenstärkungsmitteln ist allerdings begrenzt und versagt bei schweren Infektionsverläufen. Sinn macht der Einsatz nur im regelmäßigen (7 bis 10tägig), vorbeugenden Einsatz vor Infektionsbeginn. Leider sind die Effekte von Pflanzenstärkungsmitteln bisher in vielen Untersuchungen nicht signifikant.

2.6.2 Ausblick. Insgesamt ist festzustellen, dass der ökologische Zierpflanzenbau in der ganzen Breite von Praxis, Beratung und Züchtung sehr große Anstrengungen unternommen hat und weiterhin unternimmt, um den Kupfereinsatz zu minimieren. Kupfer als Mittel für Extremsituationen wird in absehbarer Zeit unverzichtbar für den ökologischen Zierpflanzenbau sein, die ausgebrachten Mengen aber lassen sich bei weiterer Entwicklung des vorbeugenden Maßnahmenbündels mit Hilfe von Wissenschaft und Forschung weiter reduzieren.

3 Strategie

Der Öko-Sektor insgesamt und die privatrechtlich organisierten Verbände des Ökologischen Landbaus sind sich der Verantwortung für einen vorsorgenden Schutz von Umwelt und Naturgütern bewusst. Aus diesem Bewusstsein heraus haben sie bereits vor mehr als 20 Jahren den Einsatz von Kupfer zu Pflanzenschutz Zwecken nur mit sehr restriktiven Mengenvorgaben gestattet, die deutlich unterhalb der gesetzlich zulässigen Aufwandmenge liegen. Da allerdings bislang keine wirksamen Alternativen zu Kupferpräparaten zur Verfügung oder in Aussicht stehen, ist der Öko-Landbau bis auf weiteres auf den Einsatz von kupferhaltigen Pflanzenschutzmitteln angewiesen, wenn nicht ganz erhebliche Teile der Produktion aufgegeben werden sollen.

Um einerseits Alternativen zu Kupferpräparaten zu entwickeln, andererseits aber auch die Minimierungskonzepte zügig im Sinne eines vorsorgenden Schutzes der Umwelt weiter zu entwickeln, ist eine Strategie notwendig, die sich in vier Instrumente und insgesamt acht Elemente gliedert.

3.1 Forschung

- Erforschung und Entwicklung von wirksamen Pflanzenschutzalternativen zu Kupfer für den Öko-Landbau (Resistenzinduktion, mikrobielle Antagonisten, Na-

turstoffe, verbesserte Prognosemodelle (standortbezogen, speziell für optimiert für den Einsatz von „Biofungizide“, Applikationsverfahren [sensorgesteuert] usw.),

- Züchtungsforschung zur Erstellung von pilzwiderstandsfähigen/toleranten Sorten bei Reben, Äpfel, Kartoffeln etc. (ausschließlich Methoden, die mit den Prinzipien des Öko-Landbaus im Einklang stehen, also beispielsweise keine transgene Pflanzen) und
- Erforschung neuer Kupfermittel mit verbesserten Formulierungen (LDCC, verbesserte Haft- und Netzmittel) verbunden mit der Möglichkeit, die Aufwandmengen laut Anwendungsbestimmungen gemäß den Erfahrungen des Öko-Landbaus in mehrere kleine Einzelgaben splitten zu können.

3.2 Kommunikation und Weiterentwicklung der Minimierungsstrategie

- Kommunikationskonzept zur schnellen und effizienten Übertragung der vorliegenden Strategie sowie von neuen Erkenntnissen, Präparaten, Verfahren und Maßnahmen in die Praxis sowie Entwicklung von Kommunikationsstrategien zu Verbesserung der Verbraucherakzeptanz von pilzwiderstandsfähigen Sorten (z. B. Veranstaltungen, Fachgespräche, internetbasierte Kommunikationsmöglichkeiten),
- Sortenwahl mit verstärktem Einsatz pilzwiderstandsfähiger/toleranter Sorten sowie
- Intensivere Nutzung weiterer Maßnahmen des vorbeugenden Pflanzenschutz, wie beispielsweise: Hygienemaßnahmen in Obstanlagen (Falllaubentfernung, -abbau), Optimierung der Pflanzenernährung z. B. bei Kartoffeln, Einsatz von Pflanzenstärkungsmitteln, Verbesserung der Saat- und Pflanzgutgesundheit, Niederhopfensorten usw.

3.3 Wissenschaftliche Begleitung

Die Umsetzung der vorgenannten Strategieinstrumente muss in der Praxis wissenschaftlich begleitet werden, um weitere notwendige Erkenntnisse im Zusammenhang mit der Kupferanwendung im Pflanzenschutz zu gewinnen. Dabei geht es darum,

- eine realistische Einschätzung bezüglich Kupferanreicherung und der damit ggf. einhergehenden Beeinträchtigung für das Bodenleben (z. B. mikrobielle Aktivität, Regenwurmbesatz) zu gewinnen.

3.4 Erfolgskontrolle und kritische Reflexion der Strategie

Um den Erfolg der Strategie zu überprüfen und – soweit im Zeitablauf notwendig – Anpassungen vorzunehmen, soll ein „Arbeitskreis Kupferanwendungen im Pflanzenschutz“ mit jährlichen Fachtreffen etabliert werden. In diesem Arbeitskreis sollen Experten von Behörden, Wissenschaftler, Verbände und Praktiker gemeinsam Fortschritte der Strategie kritisch reflektieren.

4 Konkretes Ziel der vorliegenden Strategie

Innerhalb der nächsten fünf Jahre soll die zulässige Aufwandmenge von derzeit 3 kg Cu/ha·a [Hopfen: 4 kg Cu/ha·a] im Durchschnitt über alle Kulturen auf 2,5 kg Cu/ha·a [Hopfen: 3 kg Cu/ha·a] reduziert werden. Ferner sollen innerhalb der nächsten zehn bis fünfzehn Jahre Alternativen zu Kupferpräparaten (verstanden als Gesamtheit von Maßnahmen, Verfahren und Präparaten sowie deren sinnvolle Kombination) entwickelt werden, so dass der Einsatz von kupferhaltigen Pflanzenschutzmitteln in geeigneten Fällen unterbleiben oder soweit optimiert und minimiert werden kann, damit sowohl eine Anreicherung im Boden als auch unvermeidbare Beeinträchtigungen des Naturhaushalts auszuschließen sind. Zwecks Überprüfung dieses Ziels wird eine statistische Datenerhebung zum Einsatz von Kupfer als Pflanzenschutzmittel z. B. über die im Öko-Landbau üblichen Kontrollen vorgenommen.

4.1 Erforderliche Maßnahmen

Zur Umsetzung der vorliegenden Strategie ist ein Bündel von Maßnahmen notwendig. Die Maßnahmen gliedern sich in solche, die zur Erreichung einer zügigen Reduzierung der Kupferaufwandmengen (kurzfristiges Ziel) und solche die zur Erreichung der Entwicklung von Alternativen zu Kupfer im Pflanzenschutz (mittelfristiges Ziel) erforderlich sind.

4.2 Maßnahmen zur Erreichung des kurzfristigen Ziels

- Erarbeitung eines Kommunikationskonzeptes zur schnellen und effizienten Übertragung der Strategie sowie von neuen Erkenntnissen, Präparaten, Verfahren und Maßnahmen in die Praxis,
- Erarbeitung von Daten und Erfahrungen in verschiedenen Kulturen und Regionen über das Potential der Minimierung der Kupferaufwandmenge mit neu entwickelten und zugelassenen Kupferformulierungen unter Einbindung aller neuen, oder im Zuge laufender oder noch anzustoßender Projekte erarbeiteten Möglichkeiten im Bereich der pflanzenbaulichen Maßnahmen sowie der Applikationstechnik und Prognosemodellen. Hierzu sind hinreichend groß angelegte Ringversuche als Vergleich alter und neuer Strategien auf verschiedenen Betrieben mit verschiedenen Kulturen in verschiedenen Regionen anzulegen, sowie
- Erforschung der kultur- und regionenspezifischen Situation im ökologischen Landbau zur Anreicherung von Kupfer im Boden und zur Beeinträchtigung des Bodenlebens (in-situ-Aufnahme und Überwachung).

Dabei ist eine enge Kooperation von Forschung, Praxis und Herstellern von Kupfermitteln anzustreben.

4.3 Maßnahmen zur Erreichung des mittelfristigen Ziels

Da es unwahrscheinlich ist, einen ökotauglichen Wirkstoff zu finden, der hinsichtlich Wirkungsspektrum und Resistenzverhalten mit Kupfer vergleichbar ist, muss sich die Suche nach Alternativen auf mehrere Wirkstoffe aus-

dehnen, die möglichst das gesamte Wirkungsspektrum von Kupfer abdecken und sich gegebenenfalls auch im Rahmen eines Resistenzmanagements ergänzen können.

- | Jahr | Maßnahme |
|--------|--|
| ≤ 5 | <p>Testung potentieller, für den Öko-Landbau geeigneter (gemäß VO (EG) 834/2007, IFOAM Basisrichtlinien) Wirkstoffe an den wichtigsten Krankheiten in den einzelnen Kulturen in enger Zusammenarbeit mit interessierten Herstellern von Kupfermitteln (KMU). Für die sich als Erfolg versprechend herausstellenden Wirkstoffe werden ein erstes ökotoxikologisches Profil sowie eine erste Inhaltsstoffanalytik erstellt. Daraufhin kann entschieden werden, welche Wirkstoffe weiterverfolgt werden sollen. Für diese Aufgabe sollte eine Ausschreibung von BMELV und BMU gemeinsam erfolgen. Die Ausschreibung sollte auf Verbände von Forschung und solche KMU fokussieren, für die auch der begrenzte Öko-Markt eine interessante Nische darstellen kann. Der notwendige Finanzrahmen beträgt mindestens 3 Millionen Euro. In die Diskussion um das ökotoxikologische Profil sollten sich die entsprechenden Behörden mit einbringen. Zielführend wäre z. B. ein Beirat aus Vertretern der Verbände, Fachleuten für die spezifischen Kulturen und den verschiedenen zuständigen Behörden. Der Beirat verfolgt die Entwicklung der Arbeiten und wirkt richtunggebend ein.</p> |
| 6 - 10 | <p>Optimierung der einzelnen Wirkstoffe bis zur Praxisreife (Formulierung, Ausbringungsmodalitäten, Aufwandmengen usw.), Abschätzung des ökotoxikologischen Risikopotentials im Freiland sowie des Wirkungsspektrums und -potentials an verschiedenen Kulturen. Parallel dazu soll eine Vorabdiskussion der Akzeptanz im ökologischen Landbau in verschiedenen Gremien, national und international erfolgen. Hierfür sollte eine Folgeausschreibung erfolgen, geeigneterweise ebenfalls in Zusammenarbeit von BMU und BMELV. Der hierfür benötigte Finanzbedarf beträgt mindestens 5 Millionen €). Auf der Basis dieser Ergebnisse kann eine Firma bzw. eine „Task force“ mehrerer Firmen entscheiden, ob sie in ein Zulassungsverfahren für einen Wirkstoff investieren. Ein alternativer Wirkstoff steht dann tatsächlich zur Verfügung, wenn er sowohl als Pflanzenschutzmittel zugelassen als auch in der VO (EG) 834/2007 und ihrer Durchführungsverordnung gelistet ist.</p> |

5 Schlussfolgerungen

Die Erreichung der hier gesteckten Ziele, insbesondere mit Blick auf die Verfügbarkeit von Alternativpräparaten, ist teilweise von Einflussfaktoren (z. B. Zulassung, Lis-

tung in Regelwerken) abhängig, die weder zeitlich klar abgeschätzt werden können, noch in der Einflussosphäre der Autoren liegen. Diese Einschränkungen sind sowohl bei den Strategieinhalten als auch den aufgespannten zeitlichen Perspektiven zu berücksichtigen.

Literatur

- ANONYM, 1991: Richtlinie des Rates vom 15. Juli 1991 (ABl. L 230 vom 19.8.1991, 1) über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln (91/414/EWG).
- ANONYM, 1997: EG-Öko-Verordnung [Verordnung (EG) Nr. 834/2007 des Rates vom 28. Juni 2007 über die ökologische/biologische Produktion und Kennzeichnung von ökologischen/biologischen Erzeugnissen und zur Aufhebung der Verordnung (EWG) Nr. 2092/91].
- ANONYM, 1998: Pflanzenschutzgesetz (PflSchG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 14. Mai 1998 (BGBl. I S. 971, 1527, 3512), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 5. März 2008 (BGBl. I, 284).
- BERGMANN, W. (Hrsg.), 1988: Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen. Entstehung, visuelle und analytische Diagnose. Stuttgart, New York, G. Fischer Verlag, ISBN 3-437-30562-X.
- BERKELMANN-LÖHNERTZ, B., D. HEIBERTSHAUSEN, O. BAUS-REICHEL, U. HOFMANN, R. KAUER, 2008: Ohne Kupfer geht es nicht – Status quo im ökologischen Weinbau nach vier Jahren BÖL-Verbundprojekt. In: Fachgespräch: Bedeutung von Kupfer für den Pflanzenschutz, insbesondere für den Ökologischen Landbau – Reduktions- und Ersatzstrategien. Berichte aus dem Julius Kühn-Institut **142**, 17-26.
- BRUNS, C., E. SCHULTE-GELDERMANN, F. HAYER, M.R. FINCKH, 2007: Kupferminimierungsstrategien zu Kontrolle von *Phytophthora infestans* vor dem Hintergrund von Befallsprognose und der Nährstoffversorgung von Kartoffeln. In: Pflanzenschutz im ökologischen Landbau -Probleme und Lösungsansätze, 12. Fachgespräch am 27. September 2007. Berichte aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft **141**, 5-9.
- ENGELHARD, B., A. BOGENRIEDER, M. ECKERT, F. WEIHRAUCH, 2007: Entwicklung von Pflanzenschutzstrategien im ökologischen Hopfenbau. Hrsg. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL). Schriftenreihe 9, 2007, 15-28.
- HILLENBRAND, T., D. TOUSSAINT, E. BÖHM, S. FUCHS, U. SCHERER, A. RUDOLPHI, M. HOFFMANN, J. KREISSIG, C. KOTZ, 2005: Einträge von Kupfer, Zink und Blei in Gewässer und Böden – Analyse der Emissionspfade und möglicher Emissionsminderungsmaßnahmen. UBA Texte 19/05, Umweltbundesamt (Dessau).
- KAINZ, Möller 2003: Ansätze zur Reduzierung der Kupferaufwandmengen im ökologischen Kartoffelbau. Poster präsentiert bei der Konferenz 7. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau, Ökologischer Landbau der Zukunft, Wien, 24.-26. Februar 2003.
- KAUER, R., B. FADER, M. WOLFF, 2008: Aktuelle Situation der Bekämpfung von *Plasmopora viticola* in der Praxis des ökologischen Weinbaus in Deutschland. In: Fachgespräch: Bedeutung von Kupfer für den Pflanzenschutz, insbesondere für den Ökologischen Landbau – Reduktions- und Ersatzstrategien. Berichte aus dem Julius Kühn-Institut **142**, 21-26.
- KÜHNE, S., B. FRIEDRICH (Bearb.), 2003: Pflanzenschutz im ökologischen Landbau – Probleme und Lösungsansätze. Alternativen zur Anwendung von Kupfer als Pflanzenschutzmittel. Siebtes Fachgespräch am 6. Juli 2002 in Berlin-Dahlem. Berichte aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, **118**, 69 S.
- LOSKILL, B., D. MOLITOR, B. BERKELMANN-LÖHNERTZ, E. KOCH, M. HARMS, M. MAIXNER, 2008: Regulation der Schwarzfäule im ökologischen Weinbau. In: Fachgespräch: Bedeutung von Kupfer für den Pflanzenschutz, insbesondere für den Ökologischen Landbau – Reduktions- und Ersatzstrategien. Berichte aus dem Julius Kühn-Institut **142**, 27-32.
- MÖLLER, K., H. KOLBE, H. BÖHM, 2004: Handbuch Ökologischer Kartoffelbau, Österreichischer Agrarverlag, 105 ff.
- NIEPOLD, F., 2003: Regulierung der Kraut- und Knollenfäule im ökologischen Landbau durch Verwendung resistenter Sorten und Unterblattspritzungen mit reduzierter Kupfer-Aufwandmenge. Institut für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA). <http://orgprints.org/4744/>
- STRUMPF, T., B.-D. TRAUlsen, W. PESTEMER, 2002: Verfügbarkeit von Kupfer in landwirtschaftlich genutzten Böden mit hohen Kupfer – Gehalten. I. Eine Bestandsaufnahme (Availability of Copper in Arable Soils with High Copper Contents. I. A Status Review), Nachrichtenblatt Dt. Pflanzenschutzd. **54** (7), 161-168.
- ZELLNER, M.; S. Keil, M. BENKER, B. KLEINHENZ, L. BANGEMANN, 2007: Entwicklung, Überprüfung und Praxiseinführung des Prognose-systems ÖKO-SIMPHYT zur gezielten Bekämpfung der Kraut- und Knollenfäule (*Phytophthora infestans*) im ökologischen Kartoffelanbau mit reduzierten Kupferaufwandmengen. <http://orgprints.org/13182/>