



**JKI**



**Berichte**

bearbeitet  
von Stefan Kühne, Britta Friedrich

- Institut für Strategien und Folgenabschätzung Kleinmachnow -

**Fachgespräch:  
„Bedeutung von Kupfer für den Pflanzenschutz,  
insbesondere für den Ökologischen Landbau –  
Reduktions- und Ersatzstrategien“**

**Berlin-Dahlem, 29. Januar 2008**

**142  
2008**



**Kontaktadresse**

PD Dr. habil. Stefan Kühne  
 Julius Kühn-Institut (JKI) – Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen  
 Institut für Strategien und Folgenabschätzung im Pflanzenschutz  
 Stahnsdorfer Damm 81  
 14532 Kleinmachnow

Telefon +49 (0)33203 48-0  
 Telefax +49 (0)33203 48425  
 Internet <http://www.jki.bund.de>

Der Forschungsbereich des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) hat seit dem 1. Januar 2008 eine neue Struktur.

Die Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA), die Bundesanstalt für Züchtungsforschung an Kulturpflanzen (BAZ) sowie zwei Institute der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) wurden zum Julius Kühn-Institut - Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen zusammengeschlossen.

The research branch of the Federal Ministry of Food, Agriculture and Consumer Protection (BMELV) has been reorganized. The former Biological Research Centre for Agriculture and Forestry (BBA) has been merged with other institutions. The newly established Julius Kuehn Institute (JKI), Federal Research Centre for Cultivated Plants, is working on plant protection, plant breeding, crop and soil science.

**Wir unterstützen den offenen Zugang zu wissenschaftlichem Wissen.  
 Die Berichte aus dem Julius Kühn-Institut erscheinen daher als OPEN ACCESS-Zeitschrift.  
 Alle Ausgaben stehen kostenfrei im Internet zur Verfügung:  
<http://www.jki.bund.de> Bereich Veröffentlichungen – Berichte.**

We advocate open access to scientific knowledge. Reports from the Julius Kuehn Institute are therefore published as open access journal. All issues are available free of charge under <http://www.jki.bund.de> (see Publications – Reports).

**Herausgeber / Editor**

Julius Kühn-Institute, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Braunschweig, Deutschland  
 Federal Research Centre for Cultivated Plants, Braunschweig, Germany

**Verlag**

Eigenverlag

**Vertrieb**

Saphir Verlag, Gutsstraße 15, 38551 Ribbesbüttel  
 Telefon +49 (0)5374 6576  
 Telefax +49 (0)5374 6577

**ISSN 1866-590X**

© Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, 2008

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersendung, des Nachdrucks, des Vortrages, der Entnahme von Abbildungen, der Funksendung, der Wiedergabe auf fotomechanischem oder ähnlichem Wege und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten.

Inhaltsverzeichnis	Seite
Zusammenfassung (Kühne).....	4
Zulassungssituation für kupferhaltige Pflanzenschutzmittel für die Saison 2008 (Forster).....	6
Kupfer als Pflanzenschutzmittel-Wirkstoff: Bewertung der Auswirkungen auf den Naturhaushalt (Schwarzbach).....	10
Zukunftsfähige Pflanzenschutzstrategien für den Ökologischen Landbau (Röhrig).....	15
Ohne Kupfer geht es nicht – Status quo im ökologischen Weinbau nach vier Jahren BÖL-Verbundprojekt (Berkelmann-Löhnertz, Heibertshausen, Baus-Reichel, Hofmann, Kauer)...	17
Aktuelle Situation der Bekämpfung von <i>Plasmopara viticola</i> in der Praxis des ökologischen Weinbaus in Deutschland (Kauer, Fader, Wolff).....	21
Regulation der Schwarzfäule im ökologischen Weinbau (Loskill, Molitor, Berkelmann-Löhnertz, Koch, Harms, Maixner) .....	27
Strategien zur Reduzierung von kupferhaltigen Pflanzenschutzmitteln im Hopfen – ohne diese Produkte kein Öko-Hopfen (Engelhard) .....	33
Einsatz und Notwendigkeit von Kupferpräparaten im ökologischen Obstbau (Kienzle, Augustin, Haug) .....	40
Kupfer – ein bedeutendes Fungizid für den Obstbau (Palm, Henkel).....	42
Versuchsergebnisse zur Reduzierung des Kupfereinsatzes bei der Schorfbekämpfung (Zimmer) .....	56
Kupferminimierungsstrategien im ökologischen Kartoffelbau - Versuche 2002 bis 2007 Einfluss von Mitteleinsatz, Prognose und Nährstoffversorgung (Bruns, Schulte-Geldermann, Hayer, Finckh).....	60
Cueva – Kupferoktanoat: Ein innovativer Kupferwirkstoff für die Kupferminimierungsstrategie in der Praxis (Prokop, Passon) .....	68
Kupferminimierung: Erste Ergebnisse zu den mittelfristigen Lösungen (Goebel) .....	74
Wirkung Kupferhaltiger Pflanzenschutzmittel auf die Avifauna (Jacob).....	83
Projektförderung zur Kupferproblematik durch das Bundesprogramm Ökologischer Landbau seit dessen Bestehen 2001 sowie durch die Europäische Union (Kühne, Schmitt, Friedrich).....	87

## **Zusammenfassung**

Stefan Kühne

Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für Strategien und Folgenabschätzung, Stahnsdorfer Damm 81, 14532 Kleinmachnow, stefan.kuehne@jki.bund.de

Aus aktuellem Anlass hat das Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, am 29. Januar 2008 in Berlin-Dahlem zu einem Kupferfachgespräch eingeladen.

Insgesamt 65 Teilnehmer konnten begrüßt werden, u. a. aus dem Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV), aller an der Zulassung von Pflanzenschutzmitteln beteiligter Behörden (BVL, UBA, BfR, JKI), aus den verschiedenen Anbauverbänden des Ökologischen Landbaus, dem amtlichen Pflanzenschutzdienst, aus Universitäten und Hochschulen und Vertreter verschiedener Herstellerfirmen. Es war die nunmehr dritte Veranstaltung zu diesem Thema nach 1998 und 2002 und fand wiederum großes Interesse.

In den letzten Jahren wurde intensiv zu Kupfer-Alternativen und zur Optimierung der Wirkung von Kupferpräparaten gearbeitet. Dabei wurde deutlich, dass es für die Anwendung von Kupfer in vielen Anwendungsgebieten keine hinreichend wirksamen Alternativen gibt, gleichwohl sind bei der Reduzierung der Aufwandmenge von Kupfer, nicht zuletzt auch durch die Optimierung von Kupferpräparaten, erste Erfolge erzielt worden.

Das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) hat die Zulassungssituation für kupferhaltige Präparate sowohl im nationalen als auch im EU-Rahmen vorgestellt. Eine Entscheidung über die Listung von Kupfer in den Anhang I der Richtlinie 91/414/EWG ist bis Ende 2008 zu erwarten. Auf nationaler Ebene konnten wichtige Anwendungen im Wein-, Obst- und Hopfenanbau bei der erneuten Zulassung von Kupferpräparaten nicht mehr vorgesehen werden, so dass nur noch Aufbrauchfristen genutzt werden können. Das Umweltbundesamt kommt in seiner aktuellen Einschätzung zu dem Ergebnis, dass die weitere Anwendung von Kupferpräparaten nicht vertretbare Auswirkungen auf den Naturhaushalt insbesondere auf Vögel, Kleinsäuger, Regenwürmer und aquatische Organismen haben kann. Weitere Schritte sind erforderlich, um eine abschließende Risikoabschätzung vorzunehmen. So ist auf Grundlage weiterer Daten die Exposition von Nichtzielorganismen erneut abzuschätzen bzw. sind weitere Maßnahmen zur Reduktion von Aufwandmengen oder Anwendungshäufigkeit zu treffen, um ggf. eine Zulassung der Präparate zu ermöglichen.

In den nachfolgenden Vorträgen wurde aus der Praxis die Anwendung der Kupferpräparate vorgestellt:

In den nächsten Jahren kann mit einer Verdopplung der Ökoweinbaufläche in Deutschland auf ca. 5000 ha gerechnet werden. Diese Entwicklung kann sich aber nur vollziehen, wenn eine ausreichende Ertrags- und Qualitätssicherung gewährleistet ist. Dafür müssen durchschnittlich 2,5 kg Kupfer pro Hektar und Jahr bei 5 bis 10 Behandlungen angewendet werden, um die Weinstöcke ausreichend vor Pilzkrankheiten zu schützen. Ohne Kupfermittel kann sonst nur noch in wenigen Weinbaugebieten ökologischer Wein produziert werden.

Während in den 60er Jahren im konventionellen Hopfenanbau bis zu 60 kg Kupfer pro Hektar und Jahr eingesetzt wurden, ist heute die Gesamtmenge im Öko-Hopfenbau bereits auf 4 kg pro Hektar und Jahr begrenzt. In konventionell wirtschaftenden Hopfenbaubetrieben stellen kupferhaltige Pflanzenschutzmittel trotzdem noch einen wichtigen Faktor zum Wirkstoff-

wechsel und zum Resistenzmanagement dar. Öko-Hopfenbaubetriebe müssten ohne kupferhaltige Pflanzenschutzmittel ihren Betrieb einstellen.

Auch im konventionellen Obstbau sind Kupferpräparate ein wichtiges Instrument zur Bekämpfung von Schorf und Obstbaumkrebs und werden mit bis zu 6 kg pro Hektar und Jahr z. B. im Alten Land eingesetzt. Im ökologischen Obstbau dürfen nur maximal 3 kg Kupfer pro Hektar und Jahr eingesetzt werden. Die häufige Anwendung geringer Wirkstoffmengen von 250 g bis 500 g Kupfer ist hier charakteristisch.

Im Kartoffelanbau werden auf Grund der Anbaupausen in der Fruchtfolge nur maximal alle vier Jahre Kupferpräparate auf der Fläche eingesetzt. Vorbeugende Maßnahmen wie das Vorkeimen und die Verwendung früher Sorten ermöglichen in dieser Kultur die größten Einsparpotentiale bei Kupfermitteln.

Zusammenfassend wurde deutlich, dass im Obst- und Weinbau viele Betriebe die Umstellung auf Bioanbau planen. Die aktuelle Situation der Unsicherheit bei der zukünftigen Anwendung von Kupferpräparaten ist jedoch ein erhebliches Hemmnis für die Ausweitung der Bioerzeugung in Deutschland.

Um eine starke Wettbewerbsverzerrung gegenüber dem europäischen Ausland, wo in großem Umfang Kupferpräparate auch weiterhin zugelassen sind, zu vermeiden, muss kurzfristig eine Lösung für die weitere Anwendung von Kupferpräparaten gefunden werden.

In der Abschlussdiskussion wurde weiterhin darauf hingewiesen, dass die Listung von Kupferoktanoat im Anhang II der EU-Ökoverordnung vorangetrieben werden muss, um eine weitere Reduzierung der Kupferaufwandmengen in der Praxis zu erzielen. Die rasche Erweiterung der Zulassung der Kupferhydroxidpräparate auf möglichst viele Indikationen im Obst-, Hopfen- und Gemüsebau sowie die Anpassung der Anwendungsbedingungen für den Bioweinbau ist ein wichtiges Ziel. Dazu sollen in weiteren Gesprächen zwischen den Zulassungsbehörden die Möglichkeiten ausgelotet werden.

Die Forschung auf dem Gebiet der Ersatz- und Kupferminimierungsstrategien muss weiter intensiviert werden wobei Kupferpräparate in Verbindung mit moderner Anwendungstechnik und Prognosemodellen erhalten bleiben sollen.

## **Zulassungssituation für kupferhaltige Pflanzenschutzmittel für die Saison 2008**

Rolf Forster

Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL)

Abteilung 2 Pflanzenschutzmittel, Referat 205 Pflanzenschutzmittelanwendungen

Messeweg 11/12, 38104 Braunschweig, rolf.forster@bvl.bund.de

### **Anwendung kupferhaltiger 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. Aber auch heute noch besitzen kupferhaltige Pflanzenschutzmittel in konventionell wirtschaftenden Betrieben eine wichtige Schlüsselfunktion im Hinblick auf einen notwendigen Wirkstoffwechsel und ein erfolgreiches Resistenzmanagement. Kupfer ist in verschiedenen Formen in Anhang IIB der VO (EWG) 2092/91 als Substanz gelistet, die traditionell im Ökologischen Landbau verwendet wird und ist hier die einzige wirksame Bekämpfungsmaßnahme gegen wichtige Pilzkrankheiten.

### **Stand der EU-Wirkstoffprüfung für Kupfer**

Kupfer („Copper compounds“) wurden in der Liste 3A des Altwirkstoffprogramms der EU aufgerufen. Das Altwirkstoffprogramm ist bis zum 31.12.2008 abzuschließen (Verordnung 1095/2007 zur Änderung der VO der 3. und 4. Stufe der Wirkstoffprüfung).

Das Dossier zu Kupfer wurde durch die European Union Copper Task Force (EUCuTF) eingereicht und umfasst Unterlagen über fünf verschiedene Kupferformen (Kupferhydroxid, Kupferoxychlorid, Bordeauxbrühe, Kupfersulfat und Kupferoxid). Der den Bericht erstattende Mitgliedstaat (RMS) Frankreich schlägt die Aufnahme von Kupfer in den Anhang I der Richtlinie 91/414/EWG vor („(...) it is proposed to include Copper (more exactly the five forms: Copper Hydroxyde, Copper Oxychloride, Bordeaux mixture, Tribasic copper sulphate, and Copper (I) oxide) in Annex I of Directive 91/414 CEE (...“). Das Peer Review und Erstellung der „EFSA Conclusion“ für Kupfer sind für das erste Halbjahr 2008 vorgesehen, der Vorschlag der Kommission und die abschließende Entscheidung wird noch für das Jahr 2008 erwartet.

Sollte diese Entscheidung positiv ausfallen, erfolgt die Aufnahme in den Anhang I der Richtlinie 91/414/EWG und eine Überprüfung der nationalen Zulassungen in den Mitgliedstaaten der EU innerhalb von 4 Jahren. Bei negativer Entscheidung, also bei Nichtaufnahmebeschluss, erfolgt ein Widerruf bestehender Zulassungen in den Mitgliedstaaten innerhalb von 6 Monaten.

### **Stand der Zulassungen kupferhaltiger Pflanzenschutzmittel in Deutschland**

Zurzeit sind fünf kupferhaltige Mittel mit drei verschiedenen Kupferformen (Kupferoxychlorid, Kupferhydroxid, Kupferoktanoat) in Deutschland zugelassen (Tabelle 1).

Tabelle 1: Zugelassene kupferhaltige Mittel in Deutschland und ihre Indikationen

Zulassungsnummer	Name	Wirkstoff	Kulturen	Schadorganismen
0723-00	Funguran <sup>1)</sup>	Kupferoxychlorid	Kernobst	Phytophthora cactorum
3840-00	Cuprozin WP	Kupferhydroxid	Kernobst	Obstbaumkrebs ( <i>Nectria galligena</i> )
3840-00	Cuprozin WP	Kupferhydroxid	Kartoffel	Schwarzbeinigkeit ( <i>Erwinia carotovora</i> )
3840-00	Cuprozin WP	Kupferhydroxid	Heidelbeere	Triebsterben ( <i>Godronia cassandrae</i> )
3840-00	Cuprozin WP	Kupferhydroxid	Zucchini, Kürbis- Hybriden, Patisson	Falscher Mehltau ( <i>Pseudoperonospora cubensis</i> ), Pilzliche Blattfleckenerreger
3840-00	Cuprozin WP	Kupferhydroxid	Gurke	Pilzliche Blattfleckenerreger, Falscher Mehltau ( <i>Pseudoperonospora cubensis</i> )
4147-00	Cuprozin Flüssig	Kupferhydroxid	Kartoffel	Kraut- und Knollenfäule ( <i>Phytophthora infestans</i> )
4147-00	Cuprozin Flüssig	Kupferhydroxid	Weinrebe	Falscher Mehltau ( <i>Plasmopara viticola</i> )
4147-00	Cuprozin Flüssig	Kupferhydroxid	Kernobst	Kragenfäule ( <i>Phytophthora cactorum</i> )
4147-00	Cuprozin Flüssig	Kupferhydroxid	Tomate	Phytophthora infestans
4147-00	Cuprozin Flüssig	Kupferhydroxid	Tomate	Blattfleckenkrankheit ( <i>Septoria lycopersici</i> ), Dürrfleckenkrankheit ( <i>Alternaria solani</i> )
4147-00	Cuprozin Flüssig	Kupferhydroxid	Kartoffel	Schwarzbeinigkeit ( <i>Erwinia carotovora</i> )
4147-00	Cuprozin Flüssig	Kupferhydroxid	Zierpflanzen	Pilzliche Blattfleckenerreger

Zulassungsnummer	Name	Wirkstoff	Kulturen	Schadorganismen
4456-00	Cueva Wein-Pilzfrei	Kupferoktanoat <sup>2)</sup>	Weinrebe	Falscher Mehltau ( <i>Plasmo-para viticola</i> )
4456-00	Cueva Wein-Pilzfrei	Kupferoktanoat	Weinrebe	Echter Mehltau ( <i>Uncinula necator</i> )
4456-00	Cueva Wein-Pilzfrei	Kupferoktanoat	Rosen	Echter Mehltau ( <i>Sphaerotheca pannosa</i> )
4456-00	Cueva Wein-Pilzfrei	Kupferoktanoat	Rosen	Rost ( <i>Phragmidium mucronatum</i> )
4456-00	Cueva Wein-Pilzfrei	Kupferoktanoat	Tomate	Kraut- und Braunfäule ( <i>Phytophthora infestans</i> )
4456-00	Cueva Wein-Pilzfrei	Kupferoktanoat	Kartoffel	Kraut- und Knollenfäule ( <i>Phytophthora infestans</i> )
4456-00	Cueva Wein-Pilzfrei	Kupferoktanoat	Apfel	Schorf ( <i>Venturia spp.</i> )

<sup>1)</sup> Aus der vorangegangenen Zulassung mit der Nummer 040723-00 besteht noch eine Aufbrauchfrist bis zum 31.12.2009.

<sup>2)</sup> Ein Listungsantrag aus Deutschland zur Aufnahme des Wirkstoffs in den Anhang IIB der VO (EWG) 2092/91 wird zurzeit bearbeitet.

Für die erneute Zulassung des Mittels Funguran konnten die beantragten Indikationen mit einer Ausnahme nicht mehr vorgesehen werden, da die Bewertung auf Grundlage der zum Zeitpunkt der Prüfung durch die zuständige Behörde verfügbaren Unterlagen für den Prüfbereich Naturhaushalt ergab, dass die Auswirkungen des in dem Mittel Funguran enthaltenen Wirkstoffs Kupferoxychlorid auf Vögel, Säuger, aquatische Organismen sowie Regenwürmer als Folge seiner sachgerechten und bestimmungsgemäßen Anwendung nach dem Stand der wissenschaftlichen Erkenntnisse und der Technik als schädlich zu bezeichnen sind.

### **Absehbare Probleme im Ökolandbau aufgrund der Zulassungssituation in 2008**

Während im konventionellen Landbau in einigen Indikationen auf chemisch-synthetische Mittel zurückgegriffen werden kann, ist im Ökolandbau ein Kupfereinsatz derzeit noch unverzichtbar. Die in wenigen Indikationen auch für den Ökolandbau verfügbaren Mittel auf Basis von *Bacillus subtilis*, Cu-hydroxid und Schwefel können bei alleiniger Anwendung einen ausreichenden Schutz der Kulturen nicht gewährleisten. Die Abweisung zahlreicher für das Mittel Funguran erneut beantragter Anwendungen wird daher bereits in der Saison 2008 zu Bekämpfungslücken in Kulturen wie Hopfen, Steinobst, Himbeere und Brombeere führen und zu weiteren schwerwiegenden Bekämpfungsproblemen in Weinrebe, Kernobst, Baumschulgehölzpflanzen sowie einigen Gemüsekulturen, die einen nachhaltigen Ökologischen Landbau in diesen Kulturen in Frage stellen und die wirtschaftenden Betriebe in ihrer Existenz bedrohen.



## **Anwendungen kupferhaltiger Pflanzenschutzmittel im Ökolandbau in der Saison 2008**

Für die verschiedenen Akteure bieten sich folgende Möglichkeiten, die Anwendung kupferhaltiger Pflanzenschutzmittel für den Ökolandbau in der Saison 2008 sicher zu stellen:

- Nutzung bestehender Aufbrauchfristen für das Mittel Funguran durch die Landwirte
- Neubewertung wichtiger Indikationen durch das Umweltbundesamt (UBA) anhand einer verfeinerten Risikoabschätzung für das Mittel Funguran
- Durchführung von Nutzen/Risiko-Abwägungen für Funguran durch die Behörden
- Neufassung der Anwendungsgebiete für Funguran durch die Antragstellerin und Prüfung durch die Behörden
- Antragstellung auf Genehmigungen gemäß § 11 Abs. 2 S. 1 Nr. 2 PflSchG „Gefahr im Verzuge“ für kupferhaltige Mittel durch Firmen und Verbände


Mittelfristig sind Antragstellungen nach §§ 15, 18/18a PflSchG für kupferhaltige Pflanzenschutzmittel anzudenken, die Aufnahme von Kupferoktanoat in den Anhang IIB der VO (EG) No. 2092/91 ist weiter zu unterstützen. Für eine nachhaltige Nutzung kupferhaltiger Pflanzenschutzmittel ist die Aufnahme von Kupfer in den Anhang I der Richtlinie 91/414/EWG essenziell.

## Kupfer als Pflanzenschutzmittel-Wirkstoff: Bewertung der Auswirkungen auf den Naturhaushalt

Wiebke Schwarzbach

Umweltbundesamt, Bismarckplatz 1, 14193 Berlin

Wiebke.schwarzbach@uba.de



**Umwelt  
Bundes  
Amt**  
Für Mensch und Umwelt

Fachgespräch zu Kupfer

---


### Zentrale Fragen

- Warum gibt es derzeit für die beantragten Anwendungen keine Zulassung?
- Worin bestehen die Probleme für den Naturhaushalt?

---

29.01.2008

Dr. Wiebke Schwarzbach



**Umwelt  
Bundes  
Amt**  
Für Mensch und Umwelt

Fachgespräch zu Kupfer

---

### Ziel der Prüfung im Zulassungsverfahren (Naturhaushalt)

Die Prüfung eines Pflanzenschutzmittels ergibt, dass das PSM nach dem Stande der wissenschaftlichen Erkenntnisse und der Technik bei bestimmungsgemäßer und sachgerechter Anwendung oder als Folge einer solchen Anwendung

- keine schädlichen Auswirkungen auf die Gesundheit von Mensch und Tier und auf das **Grundwasser** hat und
- keine sonstigen nicht vertretbaren Auswirkungen, insbesondere auf den **Naturhaushalt** sowie auf den Hormonhaushalt von Mensch und Tier hat
- (PflSchG § 15 Abs. 1 d und e)

---

29.01.2008

Dr. Wiebke Schwarzbach

Umwelt Bundes Amt  
Für Mensch und Umwelt

Fachgespräch zu Kupfer

## Begriffsdefinition: Naturhaushalt

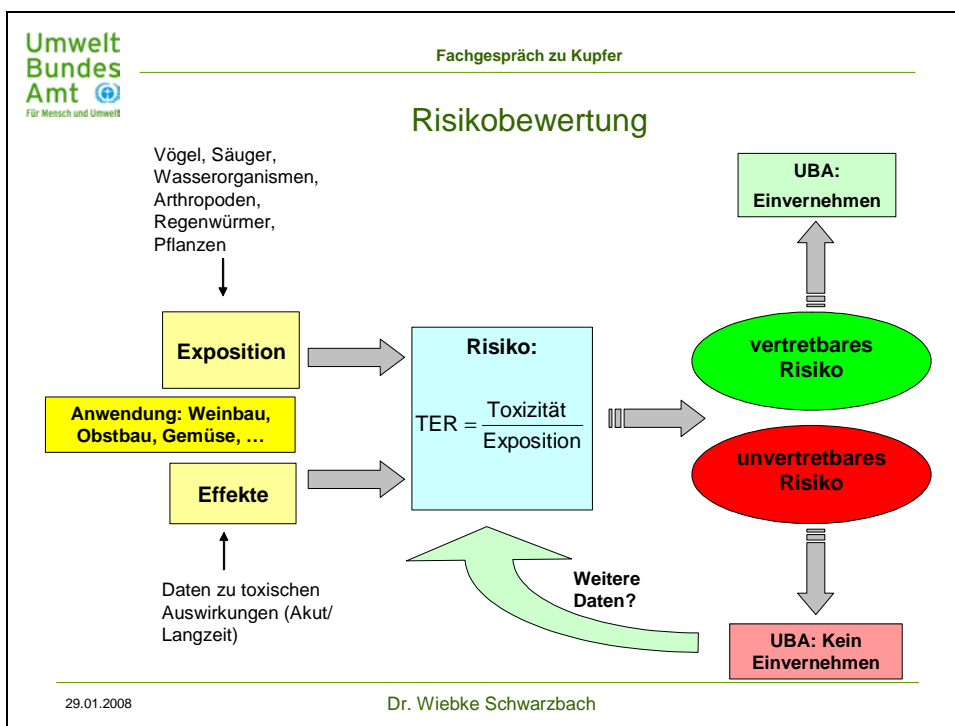
PflSchG § 2 Nr. 6

- seine Bestandteile Boden, Wasser, Luft, Tier- und Pflanzenarten sowie das Wirkungsgefüge zwischen ihnen

Das Schutzziel ist:

- global → *nicht* beschränkt auf Nichtzielflächen, unmittelbare und sofortige Effekte
- strukturell definiert → nicht lebendige und lebendige Elemente und das Wirkungsgefüge zwischen ihnen
- bezogen auf lokale Subpopulationen in behandelten Flächen und ihrer Umgebung

29.01.2008 Dr. Wiebke Schwarzbach



**Umwelt Bundes Amt**  
Für Mensch und Umwelt

Fachgespräch zu Kupfer

## Ergebnisse der Risikobewertung von Kupfer

nicht vertretbare Auswirkungen von Kupfer auf:

- Vögel insb. Langzeit-Risiko
- Säuger insb. Langzeit-Risiko
- Aquatische Organismen: bei hohen Aufwandmengen
- Regenwürmer Langzeit-Risiko

Kupfer wirkt hoch toxisch auf die Reproduktion von Vögeln und Säugern  
Kupfer wirkt hoch toxisch auf Regenwürmer und bewirkt eine Veränderung der Zusammensetzung der Biozöosen im Boden

29.01.2008 Dr. Wiebke Schwarzbach

**Umwelt Bundes Amt**  
Für Mensch und Umwelt

Fachgespräch zu Kupfer

## Risikobewertung von Vögeln


**EXPOSITION**

- **Größe des Vogels**
  - Gewicht, Futteraufnahme
- **Nahrung**
  - Pflanzen, Insekten
  - Zusammensetzung
- **Rückstände auf der Nahrung**
- **Aufwandmenge Wirkstoff**
- **Futteraufnahme von der Fläche**

**WIRKUNGEN:**

- Mortalität, Reproduktion

Welche Faktoren werden berücksichtigt?  
verschiedene Szenarien



29.01.2008 Dr. Wiebke Schwarzbach

Fachgespräch zu Kupfer

**Umwelt Bundes Amt**  
Für Mensch und Umwelt

**Bewertung des langfristigen Risikos: Vögel & Säuger**

Anwendung	AWM [kg Cu/ha]	TER = Toxizität / Exposition	TER = Toxizität / Exposition
		Vögel <small>*Interzeption: 70%</small>	Säuger <small>Interzeption: *70%, **50% + PT=0,5</small>
Obstbau	1,4	0,3 (5)	0,2 (2)
	3,0	< 0,2 (5)	0,1 (2)
Weinbau	2 x 1,5	1,1 / 0,9* (5)	0,3* (2)
	2 x 1,8	0,9 / 0,8* (5)	0,2* (2)
Hopfenbau	4,0	< 0,2 (5)	0,1 (2)
Tomate	2 x 1,5	0,5 / 0,6 (5)	1,0** (5)
Gemüsebau	2 x 1,5	0,5 / 0,6 (5)	1,0** (5)

( ) bedeutet akzeptabler TER

29.01.2008 Dr. Wiebke Schwarzbach

Fachgespräch zu Kupfer

**Umwelt Bundes Amt**  
Für Mensch und Umwelt

**Aquatische Organismen**

**Insgesamt gute Datenbasis**

**Hohe Toxizität:** akut und langfristig

Bewertungsrelevant: LC10 (NOEC) = 3,7 µg Cu/L Regenbogenforelle


**Ergebnis:** Unvertretbare Auswirkungen, erst durch **Risikominderungsmaßnahmen** akzeptabel

**Beispiel Obstbau, frühe Anwendung**

- AWM von 2 kg Cu/ha: 90 % Driftreduktion, 20 m Abstand erforderlich
- AWM von 3 kg Cu/ha: verfügbare Risikominderungsmaßnahmen nicht ausreichend



29.01.2008 Dr. Wiebke Schwarzbach

Umwelt Bundes Amt  Für Mensch und Umwelt

Fachgespräch zu Kupfer

## Risikobewertung Regenwürmer

- **Anreicherung von Cu im Boden:** hohes Akkumulationspotenzial, insbesondere für Dauerkulturen, Hintergrundbelastung aufgrund mehrjähriger Kupferanwendungen
- **Hohe chronische toxische Wirkung** auf Regenwürmer




**Risiko für Regenwürmer nicht vertretbar**  
Verschiebung der Artenzusammensetzung

**Noch ausstehend:**  
Daten aus Langzeit-Feldstudie (10 Jahre, Beginn: 2004)

**Wie verträgt sich Akkumulation von Cu im Boden mit dem Grundsatz der Nachhaltigkeit?**

29.01.2008 Dr. Wiebke Schwarzbach

Umwelt Bundes Amt  Für Mensch und Umwelt

Fachgespräch zu Kupfer

## Ausblick

- Risikobewertung
  - Weitere Daten zur Exposition
  - Effekte bereits umfassend beschrieben
- Risikomanagement
  - Reduktion von Aufwandmengen und/oder Anwendungshäufigkeit
  - Alternativen???

29.01.2008 Dr. Wiebke Schwarzbach

## **Zukunftsfähige Pflanzenschutzstrategien für den Ökologischen Landbau**

Peter Röhrig

Bund Ökologische Lebensmittelwirtschaft e.V., Marienstr. 19-20, 10117 Berlin

roehrig@boelw.de

Bio boomt - mit Zuwachsraten von ca. 15 % beim Verkauf von Bioprodukten wurden 2007 die beachtlichen Steigerungsraten der Vorjahre fortgeschrieben. Der Umsatz liegt nunmehr bei 5,3 Mrd. €. Bio-Produkte erfüllen besser als alle anderen Produktionssysteme die Erwartungen der Verbraucher an Lebensmittel. Die Konsumenten sind bereit für diese besondere Qualität Mehrpreise zu zahlen. Damit werden die artgerechte Tierhaltung, der Gewässerschutz, der Erhalt von Biodiversität und Kulturlandschaft sowie die Vorzüglichkeit von Bioprodukten durch ihre weitgehende Pestizidfreiheit honoriert. Zahlreiche Studien belegen die Überlegenheit des Systems Ökolandbau in den genannten Punkten.

In der Entwicklung des Ökolandbaus in Deutschland gibt es aber auch einen Wermutstropfen. Der Zuwachs der heimischen Erzeugung liegt deutlich hinter dem Absatzzuwachs. Damit kann die angestrebte regionale Verankerung der Öko-Erzeugung derzeit nicht im gewünschten Maß vorangebracht werden und ihre Leistungen werden mehr und mehr ins Ausland exportiert.

Ziel des Ökolandbaus ist es, möglichst in geschlossenen Betriebskreisläufen zu wirtschaften, agrarökologische Systeme so zu nutzen, dass auf Pflanzenschutzmittel weitgehend verzichtet werden kann und im Falle, dass ihr Einsatz ohne Alternative ist, auf möglichst natürliche und naturverträgliche Stoffe zurückzugreifen.

Aufgrund dieser grundsätzlichen Erwägungen bleibt es ein Ziel des Öko-Landbaus, auf kritische Spritzmittel wie Kupfer zu verzichten. Kein Öko-Landwirt greift gern zu Kupferspritzmitteln. Praktiker, Berater und Forscher haben deshalb in den letzten Jahrzehnten erhebliche Anstrengung unternommen, um den Einsatz von Kupferpräparaten im Ökolandbau zu reduzieren. Hier wurden große Fortschritte erzielt. Allerdings konnte durch Sortenwahl, Optimierung der Anbausysteme, alternative Präparate und anderweitige Stärkungen der Pflanzen bislang kein gänzlicher Kupferverzicht realisiert werden.

Für zahlreiche Hopfen-, Wein- und Obstbauern in Deutschland, die über viele Jahre ihre Öko-Betriebe aufgebaut haben, gibt es derzeit keine Alternative zu Kupfer und der Einsatz von Kupfer als Pflanzenschutzmittel bleibt unverzichtbar. Ohne die Möglichkeit es anwenden zu können, stünden ihre Betriebe vor dem Aus. Auch umstellungswilligen Betrieben im Bereich der Dauerkulturen kann vor dem Hintergrund der momentanen Unsicherheiten bei der Kupferverfügbarkeit nur schwerlich zur Umstellung geraten werden. Die Ausweitung des Ökolandbaus ist damit deutlich gebremst.

Für unsere Betriebe ist es nicht verständlich, weshalb in anderen EU-Ländern Kupfer weiter in breitem Umfang angewendet werden kann und in Deutschland erhebliche Einschränkungen gelten. Ein faktisches Anwendungsverbot in Deutschland führt zu einer Verlagerung der Öko-Produktion in andere Länder. Deutsche Betriebe müssen aufgeben, die notwendigen Kupferpräparate werden anderswo angewendet. Es käme also nicht zu einer wirklichen Reduktion des Kupfereinsatzes.

Ein fortschreitendes Verbot der Kupferanwendung wird dazu führen, dass die Öko-Produktion bestimmter Kulturen nicht oder kaum noch stattfinden wird. Damit werden der angewandten Forschung die Grundlagen entzogen, alternative Präparate zu entwickeln. Der Ökolandbau wird so in die Sackgasse geführt.

Die Erzeuger, Verarbeiter und Händler von Öko-Produkten für die der BÖLW steht, nehmen die Bedenken des Umweltbundesamtes zur Kupferanwendung sehr ernst. Wir sehen weiteren Forschungsbedarf zur Beurteilung der Umweltwirkungen von Kupfer und bei der Weiterentwicklung von Kupferreduktionsstrategien. Der Ökolandbau in Deutschland mit seinen insgesamt positiven Effekten für Natur und Umwelt und in diesem Falle besonders die Hopfen-, Wein- und Obstbauern brauchen aber eine Perspektive. Dazu zählt zurzeit leider noch wesentlich die Verfügbarkeit von Kupferpräparaten. Es kann nicht sein, dass aufgrund einer Einzelmaßnahme, die derzeit notwendig ist und die in den vergangenen Jahren bei der Wirkstoffmenge erheblich verbessert wurde, eine ganze Wirtschaftsform gefährdet wird, die in der Summe deutlich positive Wirkungen für die Umwelt mit sich bringt.



## Ohne Kupfer geht es nicht – Status quo im ökologischen Weinbau nach vier Jahren BÖL-Verbundprojekt

Beate Berkelmann-Löhnertz<sup>1</sup>, Dagmar Heibertshausen<sup>1</sup>, Ottmar Baus-Reichel<sup>1</sup>, Uwe Hofmann<sup>2</sup> & Randolph Kauer<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Forschungsanstalt Geisenheim, Fachgebiet Phytomedizin, Geisenheim

<sup>2</sup> ECO CONSULT, Beratung für den ökologischen Weinbau, Geisenheim

<sup>3</sup> Fachhochschule Wiesbaden, Fachbereich Geisenheim, Geisenheim

berkelmann@fa-gm.de

Seit vielen Jahren stehen kupferhaltige Pflanzenschutzmittel im Fokus der Diskussionen um eine nachhaltige Landbewirtschaftung.

Moderne Pflanzenschutzstrategien schließen Kupfermittel vor allem aufgrund ökotoxikologischer Aspekte weitestgehend aus. Wie bei den großen ackerbaulichen Kulturen, so ist dies auch im integrierten Weinbau der Fall. Einige Weinbaubetriebe setzen kupferhaltige Pflanzenschutzmittel im Rahmen einer Abschlussbehandlung lediglich aus Gründen des Resistenzmanagements oder mit Blick auf den Ausbau der Weine ein.

Anders sieht es dagegen im ökologischen Weinbau aus. Kupfer wird mit verschiedenen Mischungspartnern regelmäßig im Abstand von etwa zehn Tagen appliziert. Hier gilt wie für den ökologischen Anbau allgemein: Kupfer ist eines der ältesten Fungizide und wird traditionell im Ökologischen Landbau eingesetzt.

Seit mehr als zehn Jahren gibt es national und auf EU-Ebene Bestrebungen, die jährlich ausgebrachte Kupfermenge zu reduzieren - mit dem Fernziel, völlig auf Kupfer verzichten zu können.

Derzeit besteht im ökologischen Weinbau aber auch vor dem Hintergrund der aktuellen Zulassungssituation im Falle kupferhaltiger Pflanzenschutzmittel verstärkter Bedarf an „Alternativen“ zum Kupfer – insbesondere zur Eindämmung des Falschen Mehltaus (Erreger der Krankheit: *Plasmopara viticola*; Trivialname: Rebenperonospora).

Das vom Bundesprogramm Ökologischer Landbau (BÖL) in diesem Zusammenhang geförderte Forschungsprojekt beinhaltet zwei Arbeitsebenen:

1. Anwendungsorientierte Grundlagenforschung zur Regulation der Rebenperonospora im ökologischen Weinbau sowie
2. Technologie- und Wissenstransfer.

Im Rahmen des Verbundprojektes wurden über 110 Testprodukte sowie neue Kupferformulierungen in Gewächshausversuchen an Topfreben untersucht. Die Testprodukte gehörten unterschiedlichen Stoffgruppen an: Pflanzenstärkungsmittel, Pflanzen- und Algenextrakte, Gesteinsmehle. Alle Testsubstanzen wurden im Rahmen dieses Screenings zunächst ohne Mischungspartner eingesetzt. Mögliche phytotoxische Effekte wurden erfasst. Die neuen Kupferformulierungen zeichnen sich durch veränderte physikalische Eigenschaften aus, die vom Hersteller als Basis für eine optimierte Belagsstruktur angesehen werden und damit eine verbesserte biologische Wirkung erwarten lassen.

In Exaktversuchen wurden an sechs Standorten (ökologisch bewirtschaftete Weinberge der beteiligten Forschungseinrichtungen) insgesamt 20 Testsubstanzen geprüft. Tabelle 1 gibt die Versuchsglieder der vier Projektjahre wieder.

Zum Schluss mussten die neu erarbeiteten Strategien auf vier Pilotbetrieben (sog. Öko-Weingütern) zeigen, wie der Bekämpfungserfolg unter den besonderen Standort- und Be-

triebsbedingungen (z.B. Befallsdruck, Applikationstechnik) der weinbaulichen Praxis einzuschätzen ist.

Tabelle 1:	Übersicht der im Rahmen der Exaktversuche geprüften Versuchsglieder in den Projektjahren 2004 bis 2007. oben: kupferhaltige Substanzen mit und ohne Mischungspartner; Mitte: Pflanzenstärkungsmittel und andere Substanzen; unten: eine phosphithaltige Substanz plus Kupfer.
------------	--

2004	2005	2006	2007
<b>Kupferoktanoat</b>	<b>Kupferhydroxid</b> 1,7 kg Cu/ha pro Jahr	<b>Kupferhydroxid I</b> 1,5 kg Cu/ha pro Jahr	<b>Kupferhydroxid I</b> 1,5 kg Cu/ha pro Jahr
<b>Kupferoxychlorid</b>	<b>Kupferoxychlorid</b> 1,7 kg Cu/ha pro Jahr	<b>Kupferhydroxid II</b> 1,5 kg Cu/ha pro Jahr	<b>Kupferhydroxid II</b> 1,5 kg Cu/ha pro Jahr
	<b>Kupferoxychlorid</b> 2,0 kg Cu/ha pro Jahr	<b>Kupferoxychlorid</b> 1,0 kg Cu/ha pro Jahr	<b>Phosphit + Kupferhydroxid</b> 1,5 kg Cu/ha pro Jahr
	<b>Algenextr. + 50% Kupferhydr.</b> 1,4 kg Cu/ha pro Jahr	<b>Pflanzenextr. früh + Kupferhydroxid</b> 1,5 kg Cu/ha pro Jahr	<b>Algenextrakt + Kupferhydroxid</b> 1,5 kg Cu/ha pro Jahr
<b>Tonerdepräparat</b>	<b>Tonerdepräparat</b>	<b>Algenextrakt früh</b>	<b>Tonerdepräparat</b>
<b>Phosphit-4</b> Phosphit solo	<b>Algenextrakt</b>	<b>Gesteinsmehl früh</b>	<b>Gesteinsmehl + Pflanzenextrakt</b>
<b>Lentus</b>	<b>Gesteinsmehl</b>		<b>Gesteinsmehl</b>
<b>Bacillus sp.</b>			
<b>Phosphit-1</b> Phosphit bis inkl. ES 68; danach Kupferhydroxid	<b>Phosphit-1</b> Phosphit bis inkl. ES 68; danach Kupferhydroxid	<b>Phosphit-1</b> Phosphit bis inkl. ES 68; danach Kupferhydroxid	<b>Phosphit-1</b> Phosphit bis inkl. ES 68; danach Kupferhydroxid
<b>Phosphit-2</b> 50 % Phosphit + 50 % Kupferhydroxid	<b>Phosphit-3</b> 50 % Kupferhydroxid + 1 x 4 L Phosphit in ES 68	<b>Phosphit-3</b> 50 % Kupferhydroxid; 1 x 5 L Phosphit in ES 68	<b>Phosphit-3</b> 50 % Kupferhydroxid; 1 x 5 L Phosphit in ES 68
<b>Phosphit-3</b> 50 % Kupferhydroxid + 1 x 4 L Phosphit in ES 68			

Neben der biologischen Wirksamkeit der Präparate wurde auch der Einfluss auf die Fermentation (Mikrovinifikation) und die Weinqualität (Most- und Weinanalytik, Sensorik) sowie mögliche Nebenwirkungen auf Nützlingspopulationen untersucht. Auch dem Bereich Fäulnisprävention sollte Rechnung getragen werden; deshalb wurden darüber hinaus Nebenwirkungen gegenüber *Botrytis cinerea in vitro* und *in situ* erfasst.

**Die Freilandergebnisse der Jahre 2004 bis 2007 zeigen deutlich, dass nur bei mittlerem Befallsdruck mit Kupferreduzierungs-Strategien (< 2 kg Cu/(ha\*a)) eine Eindämmung der Rebenperonospora gewährleistet werden kann. Die meisten Kupferersatz-Strategien wiesen im Freiland bei der Regulierung starker Befallsereignisse erhebliche Schwächen auf.**

Lediglich mit einem Gesteinsmehl, einem phosphonathaltigen Produkt in Kombination mit Kupferhydroxid sowie einigen neuen Kupferformulierungen konnten bei erhöhtem Befallsdruck im Freiland zufrieden stellende Wirkungen erzielt werden.

Mit Blick auf die bisher erzielten Ergebnisse muss deutlich gesagt werden, dass der kupferfreie Pflanzenschutz im ökologischen Weinbau auch nach vier Jahren intensiver Forschung weiterhin eine Vision bleibt! Was in „schwachen“ Peronospora-Jahren ausreichend ist, kann möglicherweise in „starken“ Pero-Jahren zu empfindlichen Ertragseinbußen führen. Dieses Risiko können sich die Öko-Winzer nicht erlauben!

Vor dem Hintergrund des Wegfalls der Wirksubstanz Kupferoxychlorid ab 2008 (Aufbrauchfrist) ist die Zulassungssituation im Falle der Wirksubstanz Kupferhydroxid als besonders kritisch anzusehen. Unter diesen veränderten Bedingungen entspricht sie nicht den Bedürfnissen der ökoweinbaulichen Praxis. Sowohl hinsichtlich der zulässigen Gesamtmenge als auch in Bezug auf die Zahl der Applikationen sollte bereits für 2008 dringend über eine Lockerung der aktuellen Zulassungsbedingungen im Falle von Kupferhydroxid nachgedacht werden. Je nach zu erwartendem Befall wäre die Saison 2008 andernfalls für manche Öko-Weinbaubetriebe Existenz bedrohend!

Ergänzende molekularbiologische Untersuchungen, die aus anderen Mitteln finanziert werden, sollen klären, welche Wirkungsmechanismen einigen selektierten Pflanzenstärkungsmitteln zugrunde liegen, die unter Gewächshausbedingungen gute Wirkungen gegenüber *P. viticola* zeigten. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sollen einerseits die Suche nach neuen Substanzen im Rahmen des Screenings beschleunigen, da zukünftig mit molekularen Markern gearbeitet werden kann. Andererseits kann im Falle der Nutzung Resistenz induzierender Vorgänge der Praxiseinsatz durch optimale Terminierung der Applikationen verbessert werden. Denn nur wenn die Wirtspflanze ausreichend Zeit hatte, die pflanzeigene Abwehr zu aktivieren, ist der Bekämpfungserfolg auch ohne Kupfer sicher.

In diesem Bereich ist außerdem die Nahtstelle zwischen dem Einsatz Resistenz induzierender Pflanzenstärkungsmittel und dem neu konzipierten Geisenheimer Prognosemodell zu sehen. Wenn boden- und blattbürtige Peronospora-Infektionen mit hoher Vorhersagegüte prognostiziert werden können, kann der Winzer das Potenzial von Pflanzenstärkungsmitteln durch optimierte Applikationszeitpunkte voll ausschöpfen.

Diese Vorteile stehen natürlich auch den integriert wirtschaftenden Weinbauern zur Verfügung – ein überzeugender Beitrag zur Umsetzung des „Reduktionsprogramms chemischer Pflanzenschutz“ in die weinbauliche Praxis und damit ein guter Schritt nach vorn auf dem Weg zu einer nachhaltigen Landwirtschaft!

Nachfolgend ist eine Auswahl von Publikationen aufgeführt, in denen Details nachzulesen sind.

- Berkelmann-Löhnertz, B; Heibertshausen, D and Baus-Reichel, O (2005) Kupferersatz/-minimierung im ökologischen Weinbau – erste Ergebnisse aus dem laufenden BÖL-Verbundprojekt [Copper replacement and copper reduction in organic viticulture – first results of the recent cluster project (BÖL)]. Poster presented at 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau - Ende der Nische, Kassel, 01.03.2005 - 04.03.2005; Published in Heß, J and Rahmann, G, Eds. Ende der Nische, Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau. pp. 161-162.
- Heibertshausen D., Baus-Reichel O., Hofmann U., Berkelmann-Loehnertz B. (2005) Optimisation of disease control in organic viticulture with particular consideration of downy mildew. Paper presented at 8th International Conference on Organic Viticulture, Adelaide SA Australia, 20.-23.09.2005; Published in Congress Proceedings.
- Heibertshausen D., Baus-Reichel O., Hofmann U., Berkelmann-Loehnertz B. (2005) Copper replacement and copper reduction in organic viticulture by the use of bio pesticides and new copper formulations. Poster presented at IOBC/WPRS working group „Integrated Protection in Viticulture“, Darfo Boario Terme – Erbusco (Italy), October 20-21, 2005; Published in Congress Proceedings.
- Berkelmann-Löhnertz, B; Heibertshausen, D and Baus-Reichel, O (2006) Copper reduction, a successful approach to control downy mildew in organic viticulture Poster presented at 5th International Workshop on Grapevine Downy and Powdery Mildew, San Michele all `Adige, Italy, 18-23 June 2006; Published in Pertot, I., Gessler, C., Gadoury, D., Gubler, W., Kassemeyer, H.-H., Magarey, P. Eds.; Proceedings of the 5th International Workshop on Grapevine Downy and Powdery Mildew, pp 193-194.
- Heibertshausen, D.; Hofmann, U.; Baus-Reichel, O.; Berkelmann-Löhnertz, B.: [Strategien zur Optimierung des ökologischen Rebschutzes](#) - Ergebnisse aus den ersten beiden Versuchsjahren des BÖL-Verbundprojektes; 55. Deutsche Pflanzenschutztagung, Göttingen, 25.-28. September 2006; Published in Mitt. Biol. Bundesanst. Land- Forstwirtsch. 400, 2006 pp 176- 177.
- Heibertshausen, D.; Baus-Reichel, O.; Hofmann, U.; Kogel, K.-H. and Berkelmann-Löhnertz, B. (2007) [Untersuchungen des BÖL-Verbundprojektes zur Kupferminimierung im ökologischen Weinbau](#) [Studies on copper minimisation in organic viticulture]. Paper presented at „Zwischen Tradition und Globalisierung“ - 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Universität Hohenheim, Stuttgart, Deutschland, 20.-23.03.2007. Published in Zikeli, S, Claupein, W, Dabbert, S, Kaufmann, B, Müller, T, Valle Zárate, A, Eds., „Zwischen Tradition und Globalisierung“ Beiträge zur 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau. Band 1,pp 205-208.

### **Danksagung**

Wir bedanken uns beim BMELV für die finanzielle Unterstützung und vor allem für die Möglichkeit der Projektverlängerung. Die Chance und vergrößerte Aussagekraft mehrjähriger Projekte im Bereich des Ökologischen Landbaus wurde erkannt und umgesetzt.

Dem Projektträger BLE/BÖL danken wir für die stets gute und konstruktive Zusammenarbeit. Allen Kolleginnen und Kollegen, Firmenpartnern, Öko-Beratern und Öko-Winzern, die in der Autorenzeile nicht mit genannt sind, weil das Konsortium einfach zu groß ist, sei an dieser Stelle für viele Handgriffe, gute Diskussionen und eine vielfältige Unterstützung ebenfalls herzlich gedankt!

## **Aktuelle Situation der Bekämpfung von *Plasmopara viticola* in der Praxis des ökologischen Weinbaus in Deutschland**

Randolf Kauer<sup>1</sup>, Beate Fader<sup>2</sup>, Matthias Wolff<sup>3</sup>

1 Fachhochschule Wiesbaden, Kurt-Schumacher-Ring 18, 65197 Wiesbaden

2 DLR Oppenheim, Wormser Straße 111, 55276 Oppenheim

3 Weinbauinstitut Freiburg, Merzhauser Str. 119, 79100 Freiburg i. Br

r.kauer@fbw.fh-wiesbaden.de, beate.fader@dlr.rlp.de, boew.m.wolff@web.de

### **Aktuelle Situation der Bekämpfung von *Plasmopara viticola* in der Praxis des ökologischen Weinbaus in Deutschland**

#### **Aktuelle Entwicklungen im Ökoweinbau**

#### **Stand und Entwicklung der Fläche**

#### **Pflanzenbauliche Aspekte**

#### **Allgemeine Aspekte der Cu-Anwendung**

#### **Einsatzoptimierung**

#### **Extremsituationen**

#### **Situation der Beratung**

### **Aktuelle Situation in der Praxis des Ökoweinbaus:**

#### **Aktuelle Entwicklungen im Ökoweinbau**

Ökologischer Weinbau wird zunehmend aus Gründen der Qualitätssteigerung und des „Terroir“ Gedankens betrieben.

Eine große Zahl führender Weinbaubetriebe in Deutschland befindet sich in der Umstellung (**VDP-Betriebe** u.a.) bzw. in den Vorbereitungen dazu.

**Durch den „Vorbildcharakter“ dieser Betriebe ist das Interesse am Bioweinbau größer denn je!**

In den nächsten Jahren kann mit einer Verdopplung der Ökoweinbaufläche in Deutschland auf ca. 5000 ha gerechnet werden.

Dieser Trend wird durch verschärfte Produktions- und Qualitätsrisiken (Kupferzulassung) gefährdet.

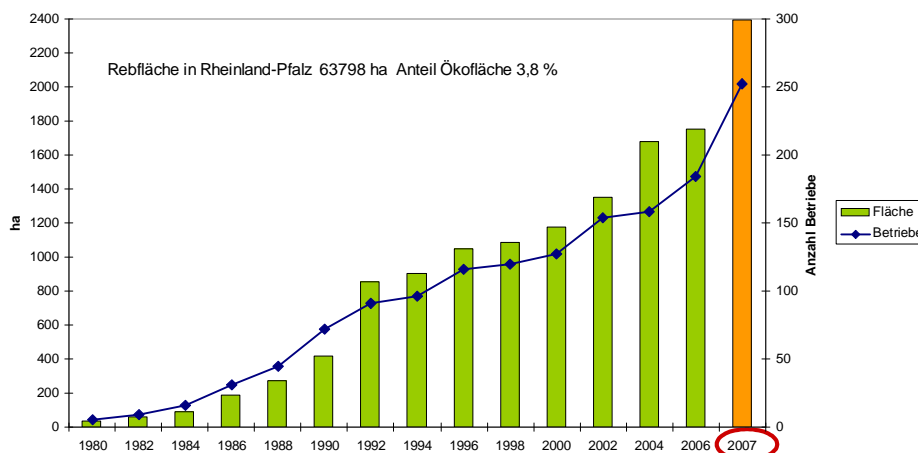
## Ökologischer Weinbau in Deutschland

	Betriebe	Fläche in ha	Stand
ECOVIN	189	925	2007
Bioland	104	470	2007
Naturland	18	138	2005
demeter	32	142	2007
Biokreis	2	36	2007
Gää	1	7	9/03
<b>Verbandsbetriebe</b>	<b>336</b>	<b>1671</b>	
„nur“ EU-zertifizierte	???	ca.1000	Stat. Bundesamt 2005
<b>Deutschland</b>	> 2 ha	<b>ca. 2700</b>	



## Entwicklung der Ökoweinbaufläche 1980-2007 in Rheinland Pfalz

Entwicklung der Ökoweinbaufläche in Rheinland-Pfalz



## Aktuelle Situation zum Kupfereinsatz im Ökoweinbau:

### Pflanzenbauliche Aspekte

Ökologischer Weinbau mit den „klassischen“ Rebsorten ist ohne den Einsatz von Kupfer unter den gegebenen weinbaulichen Klimabedingungen wirtschaftlich nicht möglich.

Der Anbau pilzwiderstandsfähiger Rebsorten (PIWIs) ist derzeit unbedeutend (< 5%) und bzgl. der tatsächlichen „Resistenz“ einzelner Sorten, insbesondere bei hohem Befallsdruck kritisch zu betrachten:

*Plasmopara viticola*: Kupferverzicht ist sortenabhängig möglich  
*Guignardia bidwellii*: Kupfereinsatz ist notwendig

## Aktuelle Situation zum Kupfereinsatz im Ökoweinbau:

### Allgemeine Aspekte der Cu-Anwendung

Im Vergleich mit den bisher allgemein zugelassenen Aufwandmengen an Kupfer und den Empfehlungen der Hersteller hat die Praxis des ökologischen Weinbau eindrucksvoll belegt, dass die Kupfereinsatzmengen erheblich reduziert werden können.

- ➔ protektive, prophylaktische Behandlungen
- ➔ zeitlich und technisch optimierte Applikationen
- ➔ verkürzte Applikationsintervalle
- ➔ Kombination mit Pflanzenstärkungsmitteln

**X:** ca. 2,5 kg Cu/ha und Jahr bei 5-10 Behandlungen.  
 (Status-quo Analyse 2002, Geilweilerhof)

### Einsatzoptimierung für Kupfer in der Praxis

#### Regionen / Jahre mit niedrigem („normalem“) Befallsdruck:

Vorblüte- und Blütebereich (bis ES 68):

→ Ersatz des Kupfers durch Mycosin VIN oder Frutogard

Entwicklungsstadium abgehende Blüte (ES 68) bis Abschlussbehandlung (ES 77)

→ 300 – 600 g Cu / ha und Behandlung (Cu-hydroxid – Cu-oxychlorid)



Rheinhessen,  
Nördliche Pfalz

### Einsatzoptimierung für Kupfer in der Praxis

#### Regionen / Jahre mit hohem bzw. frühem Befallsdruck:

Beginn der Behandlungen vor der Primärinfektion:

→ Kupfer in kleinen Mengen: 100 – 400 g Cu / ha und Behandlung meist in Kombination mit Frutogard

Entwicklungsstadium abgehende Blüte (ES 68) bis Abschlussbehandlung (ES 77)

→ 400 – 600 g Cu / ha und Behandlung



Mosel  
Südpfalz  
Baden Württemberg  
Baden



## **Aktuelle Situation in der Praxis des Ökoweinbaus:**

### **Extremsituationen**

Extreme Befallssituationen können Aufwandmengen von bis zu 1000 g Cu/ha und Behandlung erfordern.

Hierdurch wurde in Einzelfällen die Aufwandmenge von 3,0 kg Cu/ha überschritten und Ausnahmegenehmigungen durch die Verbände notwendig.

Mycosin VIN und Frutogard können im Vorblütebereich dazu beitragen, den Einsatz von Kupfer zu reduzieren.

**Im Nachblütebereich können sie Kupfer keinesfalls ersetzen.**

Der Einsatz von Frutogard bis zum ES 68 (abgehende Blüte) ist ein wesentliches Element innerhalb der Kupferreduzierungsstrategien und wird im Sinne einer Cu-Reduzierung per Ausnahme genehmigt (ECOVIN).

## **Aktuelle Situation in der Praxis des Ökoweinbaus:**

### **Situation der Beratung**

Beratung im Ökoweinbau (Umstellung) wird derzeit intensiv nachgefragt.

Eine verantwortungsvolle, motivierende Beratung zum Ökoweinbau ist aber aufgrund der Zulassungssituation für Kupferpräparate derzeit nicht möglich.

Die Zulassungssituation für Cu in den anderen weinbautreibenden Ländern der EU führt zu einem massiven Wettbewerbsnachteil für die deutschen Biowinzer.

Innerhalb der Beratung ist diese Ungleichbehandlung nur schwer zu kommunizieren.

### Aktuelle Situation in der Praxis des Ökoweinbaus:

#### Zusammenfassung und Diskussionsvorschlag

Die Erfahrungen der Praxis des Ökoweinbaus im Umgang mit stark reduzierten Kupfermengen zeigen, dass das Reduzierungspotential für Cu **sehr weitgehend** ausgeschöpft ist.

Aus Verantwortung für die Betriebe muss bis zur Praxisreife bzw. Zulassung neuer Kupferwirkstoffe mit verringertem Gesamtaufwand eine **praxisorientierte Lösung** gefunden werden.

Wesentliche Elemente sind hierbei:

- ➔ **flexiblere Gestaltung der Gesamtaufwandmenge in einem festgelegten Zeitfenster (Bsp.: 15 kg Cu/ha innerhalb von 5 Jahren)**
- ➔ **keine Begrenzung der Applikationshäufigkeit**

## Regulation der Schwarzfäule im ökologischen Weinbau

Bernd Loskill<sup>1</sup>, Daniel Molitor<sup>2</sup>, Beate Berkelmann-Löhnertz<sup>2</sup>, Eckhard Koch<sup>3</sup>, Marco Harms<sup>4</sup> und Michael Maixner<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Julius Kühn-Institut (JKI), Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für Pflanzenschutz in Obst- und Weinbau, Bernkastel-Kues. <sup>2</sup>Forschungsanstalt Geisenheim, Fachgebiet Phytomedizin, Geisenheim. <sup>3</sup>Julius Kühn-Institut (JKI), Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für biologischen Pflanzenschutz, Darmstadt. <sup>4</sup>Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum (DLR) Rheinpfalz, Abteilung Phytomedizin, Neustadt an der Weinstraße, bernd.loskill@jki.bund.de

Die Schwarzfäule der Rebe (*Guignardia bidwellii*) tritt seit 2002 in deutschen Weinbaugebieten verstärkt auf und verursachte vor allem im Jahr 2004 im ökologischen Weinbau enorme Ertragsverluste bis hin zum Totalausfall. Ziel eines Verbundprojektes ist es, ein nachhaltiges Managementkonzept für den ökologischen Weinbau hinsichtlich der Eindämmung der Schwarzfäule zu erstellen, um die Produktionssicherheit im ökologischen Weinbau - insbesondere in Befallsgebieten sicher zu stellen. Das vom Bundesprogramm Ökologischer Landbau seit 2006 geförderte Forschungsprojekt beinhaltet mehrere Arbeitsfelder. Neben Untersuchungen zur Biologie und Epidemiologie der Schwarzfäule und Testung von Maßnahmen zur Befallsprävention sollen v.a. direkte Bekämpfungsmaßnahmen erarbeitet werden. Hierzu wurden in Labor- und Gewächshausversuchen verschiedene Präparate (Pflanzenschutzmittel, -stärkungsmittel sowie Pflanzenextrakte) und mikrobielle Antagonisten unter standardisierten Infektionsbedingungen auf die biologische Wirksamkeit gegenüber dem Erreger der Schwarzfäule getestet. Substanzen, die im Screening eine sehr gute bis gute Wirkung zeigten, wurden in Freilandversuchen eingesetzt, um ihre Praxistauglichkeit unter natürlichen Infektionsbedingungen zu beweisen. Der Pflanzenschutz wurde mit einem Tunnelsprühgerät (Fa. Schachtner) durchgeführt. Zur Vermeidung von Peronospora- und Oidium-Infektionen wurde in einem etwa 10tägigen bis 14tägigen Abstand eine "Grundabdeckung" mit Pflanzenschutzmitteln durchgeführt, die keine Wirkung gegen die Schwarzfäule besitzen. Mit Forum<sup>®</sup> bzw. Equation Pro<sup>®</sup> bzw. Mildicut<sup>®1</sup> wurde gegen den Falschen Mehltau behandelt. Gegen den Echten Mehltau wurden Fortress 250<sup>®</sup>, Prosper<sup>®1</sup> bzw. Vivando<sup>®</sup> eingesetzt. Es wurde nicht mit einer künstlichen Infektion gearbeitet.

### Versuchsjahr 2006

Da vor der Vegetationsperiode 2006 noch keine Ergebnisse aus den Labor- und Gewächshausversuchen gewonnen waren, wurden in dem Freilandversuch zur Bekämpfung der Schwarzfäule folgende Versuchsmittel bzw. Mittelkombinationen (Tabelle 1) nach Absprache mit allen Projektteilnehmern in einem wöchentlichen Behandlungsabstand auf ihre Wirksamkeit gegenüber der Schwarzfäule getestet.

---

<sup>1</sup> nur in 2006

**Tabelle 1: Versuchsmittel 2006**

	Mittel bzw. Mittelkombination	(Präparat)
VG1	Kontrolle - unbehandelt	
VG2	Schwefelkalklösung	
VG3	Schwefel	THIOVIT Jet®
VG4	Schwefel + Kupfer (Aufwandmenge 1)	THIOVIT Jet® + Cuprozin Flüssig®
VG5	Schwefel + Kupfer (Aufwandmenge 2)	THIOVIT Jet® + Cuprozin Flüssig®
VG6	Kupfer	Cuprozin Flüssig®
VG7	Gesteinsmehl	Myco-Sin VIN®
VG8	Integr. Vergleichsmittel	Folpan 80 WDG®

**Tabelle 2: Ergebnisse aus den Freilandversuchen zur Regulation der Schwarzfäule; Jahr 2006. BH = Befallshäufigkeit [%], BS = Befallsstärke [%].**

VG	1	2	3	4	5	6	7	8
----	---	---	---	---	---	---	---	---

Blattbonitur am 05.07.2006

BH	47	48	21	21	21	32	34	9
BS	2,18	1,47	0,40	0,38	0,42	0,86	1,15	0,26

Traubenbonitur am 07.07.2006

BH	55	37	7,25	0,75	3	13,5	33,75	1
BS	3,64	2,4	0,24	0,04	0,1	0,82	2,53	0,05

Traubenbonitur am 07.08.2006

BH	99,75	99,3	98,5	76,25	76,25	99,25	99	76,5
BS	63,71	39,1	21,73	4,02	4,63	33,47	31,29	5,06

Traubenbonitur am 23.08.2006 (zwei Wochen nach der letzten Behandlung)

BH	100	100	99	74,5	79,25	100	99,75	75,25
BS	60,73	34,59	19,47	3,49	4,07	29,77	27,8	3,96

Die erste Behandlung wurde am 24. Mai 2006 durchgeführt. Die Bonituren wurden Anfang Juli, Anfang August und zwei Wochen nach der letzten Behandlung am 23. August 2006 durchgeführt. Über den Untersuchungszeitraum waren 35 Infektionen – Berechnungen aufgrund der vorhandenen Wetterdaten – möglich. Die 100%ige Befallshäufigkeit mit einer durchschnittlichen Befallsstärke von über 60% in der Kontrolle (VG1) spiegelte die Anzahl der Infektionen wider. Die Versuchsglieder 4 und 5 (jeweils eine Kombination von Schwefel und Kupfer) zeigten die beste Wirkung gegen die Schwarzfäule an den Trauben im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle (Tabelle 2 und Abbildung 1). Sie lagen in etwa auf dem gleichen Niveau wie die integrierte Kontrolle (VG 8). Hingegen zeigte das Versuchsglied 2

(Schwefelkalklösung) nur eine ausreichende Wirkung gegen die Schwarzfäule. Die Wirkung von Kupfer war schlechter als die Wirkung von Schwefel. Auffällig war die Minderwirkung von Kupfer im Vergleich zum Schwefel im fortgeschrittenen Verlauf der Vegetationsentwicklung. In der Abschlussbonitur war die Wirkung des Kupfers mit der des Gesteinsmehls vergleichbar. In den Versuchsgliedern, die mit Schwefelkalklösung behandelt wurden, konnten phytotoxische Veränderungen an den Blättern und an den Beeren festgestellt werden. Die jüngsten Blätter zeigten nach Behandlungsterminen mit hohen Temperaturen Verbrennungen, die Geiztriebe zeigten Wuchsdepressionen. An den Geiztrauben konnten Verschorfungen festgestellt werden.

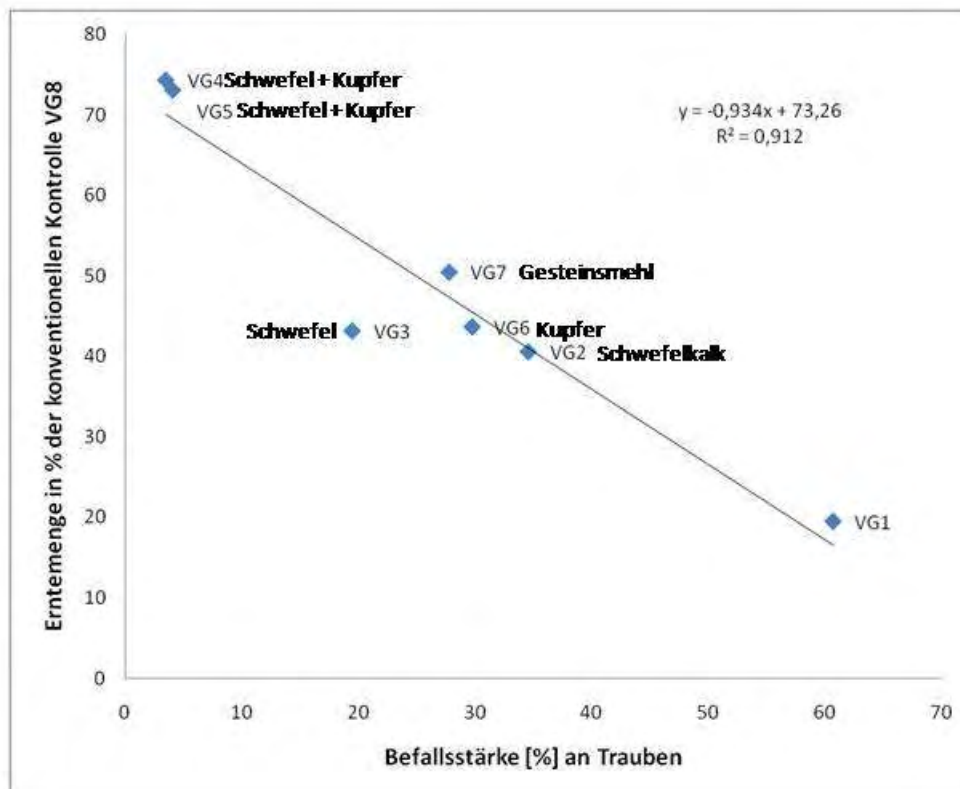


Abbildung 1: Ertragsanalysen aus dem Freilandversuch in Wolf - Traubenertrag 2006

### Versuchsjahr 2007

Zu Beginn des Versuchsjahres 2007 waren erste Ergebnisse aus Labor- und Gewächshausversuchen vorhanden, sodass die Mittel, welche im Gewächshaus die beste Wirkung gegen die Schwarzfäule zeigten, im Freiland getestet wurden. Im Gewächshaus konnten im bisherigen Projektzeitraum mehr als 60 Pflanzenschutz- und Pflanzenstärkungsmittel sowie Pflanzenextrakte auf ihre Wirksamkeit gegenüber dem Erreger der Schwarzfäule getestet werden. Hierbei zeigte das Netzschwefelpräparat Thiovit Jet<sup>®</sup> die beste Wirkung an Rebblättern. Eine gute bis sehr gute Wirksamkeit ging von saponinhaltigen Pflanzenextrakten aus. Kupferhaltige Präparate, verschiedene sonstige Pflanzenextrakte, Gesteinsmehle sowie Frutogard<sup>®</sup> wiesen eine mittlere Wirkung auf. Im Fall der Mikroorganismen waren die Ergebnisse weniger überzeugend. Es wurden im Freilandversuch zur Regulation der Schwarzfäule folgende Versuchsmittel bzw. Mittelkombinationen (Tabelle

3) nach Absprache mit allen Projektteilnehmern in einem wöchentlichen Behandlungsabstand auf ihre Wirksamkeit gegenüber der Schwarzfäule getestet.

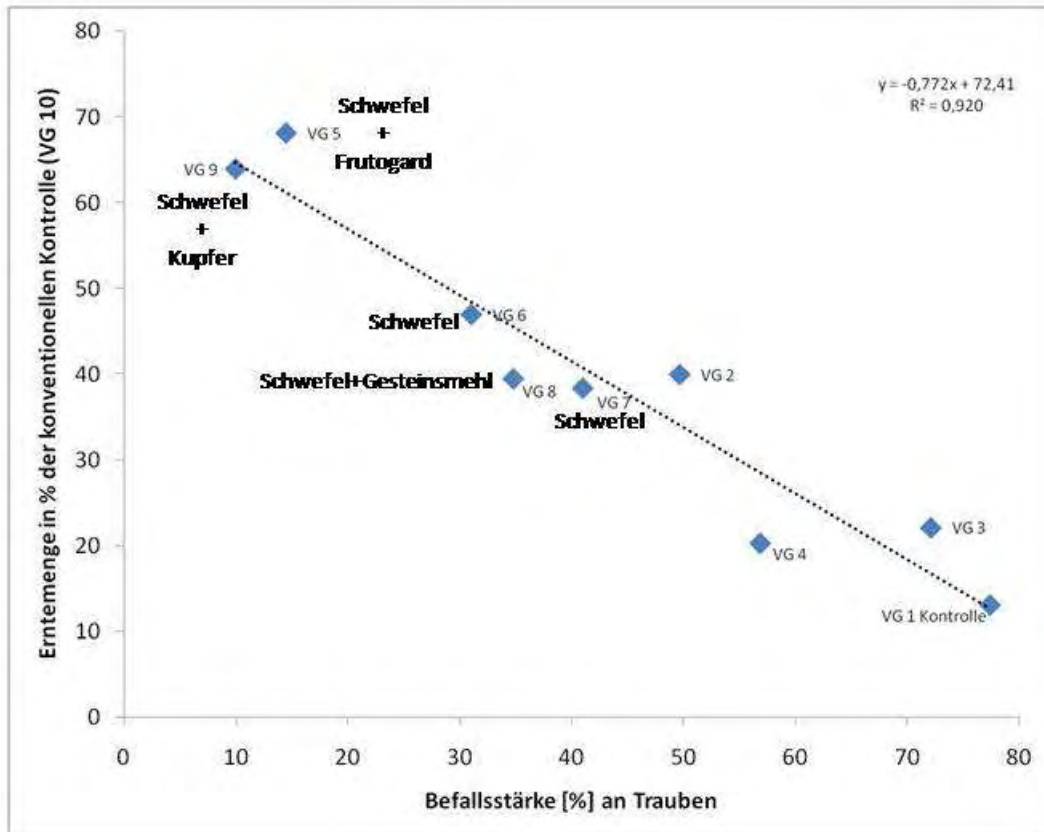
**Tabelle 3: Versuchsmittel 2007**

	Mittel bzw. Mittelkombination	(Präparat)
VG1	Kontrolle - unbehandelt	
VG2	Norponin BS Liquid	
VG3	Nor-Spice Te Liquid	
VG4	BioBlatt Mehлтаumittel	
VG5	Schwefel (Zulassung) + Frutogard® (bis zum ES 73)	THIOVIT Jet® , Frutogard®
VG6	Schwefel (3,2 kg durchgehend),	THIOVIT Jet®
VG7	Schwefel (Zulassung)	THIOVIT Jet®
VG8	Schwefel (Zulassung) + Gesteinsmehl	THIOVIT Jet® + Myco-Sin VIN®
VG9	Schwefel (Zulassung) + Kupfer (max. 2 kg/ha Reinkupfer)	THIOVIT Jet® + Cuprozin Flüssig®
VG10	Integr. Vergleichsmittel	Polyram WG®

**Tabelle 4: Ergebnisse aus den Freilandversuchen zur Regulation der Schwarzfäule; Jahr 2007. BH = Befallshäufigkeit [%], BS = Befallsstärke [%].**

Versuchsglied	Trauben				Blätter			
	17.07.2007		13.08.2007		25.06.2007		14.08.2007	
	BH	BS	BH	BS	BH	BS	BH	BS
1	100	78,3	100	77,4	72,5	3,4	89,5	4,4
2	100	58,3	100	49,7	59,5	2,4	77,5	3,3
3	100	75,3	100	72,1	64,3	3	84,5	3,9
4	100	65,6	100	56,9	54,8	2,3	72,3	3,2
5	97,3	15,2	99,5	14,5	24,8	0,7	41,8	1,4
6	99,5	34	100	31,1	48,0	1,7	52,5	2,0
7	99,5	45,9	99,8	41,0	44,0	1,5	59,3	2,2
8	98,0	42,1	100	34,8	42,8	1,7	51,3	1,8
9	98,0	12,4	99,5	10	35,0	1,2	35,0	1,2
10	85,5	6,4	96,3	5,1	11,0	0,3	18,5	0,5

Die erste Behandlung wurde am 16. Mai 2007 durchgeführt. Die letzte (elfte) Applikation der Versuchsmittel erfolgte am 25. Juli 2007. Die Bonituren erfolgten im Juli und im August (zwei Wochen nach der letzten Behandlung). Während der Untersuchungen (April bis September) waren 31 Infektionen – Berechnungen aufgrund der vorhandenen Wetterdaten – möglich. Die 100 %ige Befallshäufigkeit mit einer durchschnittlichen Befallsstärke von fast 80 % in der Kontrolle (VG 1) spiegelte den enormen Infektionsdruck am Standort wider.



**Abbildung 2: Ertragsanalysen aus dem Freilandversuch in Wolf - Traubenertrag 2007**

Erneut zeigte die Kombination von Schwefel und Kupfer (VG 9) die beste Wirkung gegen den Erreger der Schwarzfäule (Tabelle 4 und Abbildung 2). Insgesamt wurde eine Gesamtreinkupfermenge von 1,584 kg/ha ausgebracht. Eine gute Wirkung zeigte die Kombination von Schwefel und dem Pflanzenstärkungsmittel Frutogard® (VG 5). Frutogard wurde bis zum ES 73 eingesetzt danach wurde nur noch mit Schwefel behandelt. Die Varianten, in denen ausschließlich Schwefel eingesetzt wurde bzw. die Kombination von Schwefel mit Gesteinsmehl zeigte im Vergleich zu VG 5 und VG 9 eine geringere Wirkung. Die Produkte Norponin BS Liquid®, Nor-Spice Te Liquid® und BioBlatt Mehлтаumittel® (VG 2 bis VG 4) zeigten keine befriedigende Wirkung gegen den Erreger der Schwarzfäule. Alle Varianten zeigen eine schlechtere Wirkung als das integrierte Vergleichsmittel (VG 10). Zwischen der Befallsstärke an den Trauben und der Erntemenge ergab sich ein hochsignifikanter Zusammenhang. In der unbehandelten Kontrolle konnte in dem Versuch unter natürlichen Infektionsbedingungen nur 13% der Erntemenge der ertragsstärksten Variante geerntet werden. In den Versuchsgliedern, die mit BioBlatt Mehлтаumittel® behandelt wurden, konnten phytotoxische Veränderungen an den Blättern (schwarze Punkte) und an den Beeren (Verschorfungen) festgestellt werden.

### Fazit

Einzig die Kombination von Schwefel und Kupfer zeigte im ersten Praxisversuch 2006 zum Schutz gegen Blatt- und Traubeninfektionen eine befriedigende Wirkung gegen den Erreger der Schwarzfäule (Abbildung 1). Nachteile dieser Empfehlung sind die langen Wartezeiten z. B. der Schwefelpräparate und die häufige Applikation.

Die Kombination von Schwefel und Kupfer zeigte im zweiten Praxisversuch 2007 zum Schutz gegen Blatt- und Traubeninfektionen erneut eine gute Wirkung gegen den Erreger der

Schwarzfäule, so dass man weiter eine wöchentliche Applikation dieser beiden Wirkstoffe zur Regulation der Schwarzfäule empfehlen kann. Daneben konnte durch den Einsatz des Pflanzenstärkungsmittels Frutogard<sup>®</sup> in Kombination mit Schwefel bis zum Entwicklungsstadium ES 73 ebenfalls eine befriedigende Befallsreduktion erreicht werden (Abbildung 2). Nachteile dieser Empfehlungen bleiben aber die langen Wartezeiten (z. B. der Schwefelpräparate) und die häufige Applikation. Die guten Versuchsergebnisse im Gewächshaus für verschiedene Pflanzenextrakte (Norponin BS Liquid<sup>®</sup>, Nor-Spice Te Liquid<sup>®</sup>, BioBlatt Mehltaumittel<sup>®</sup>) konnten im Freiland bisher nicht bestätigt werden und bedürfen gegebenenfalls einer weiteren Optimierung. Insgesamt besteht jedoch die Notwendigkeit, die Ergebnisse/Empfehlung weiter zu überprüfen.



## **Strategien zur Reduzierung von kupferhaltigen Pflanzenschutzmitteln im Hopfen – ohne diese Produkte kein Öko-Hopfen**

Bernhard Engelhard

Hopfenforschungszentrum (IPZ 5) der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)

Hüll 5 1/3, 85283 Wolnzach, bernhard.engelhard@lfl.bayern.de

Kupferhaltige Pflanzenschutzmittel werden im Hopfen zur Bekämpfung des Falschen Mehltaus, allgemein als *Peronospora* bezeichnet (*Pseudoperonospora humuli*), eingesetzt. Nach dem erstmaligen Vorkommen dieser Krankheit 1923 in der Hallertau wurden bereits 1927 erste Erfolge mit der Kupferkalkbrühe erreicht.

Über Jahrzehnte wurden dann im wöchentlichen Abstand die Spritzungen ausgebracht.

### **1. Kupferanreicherung**

Natürlich wurden über Jahrzehnte, mangels anderer Produkte und Kenntnisse zur Biologie der Krankheit, Unmengen an Kupfer ausgebracht und im Boden angereichert. Aber auch heute gibt es noch Beispiele aus anderen Bereichen (z. B. die wenig umweltfreundliche Streusalzausbringung), wo Umweltentlastungen wünschenswert wären.

Eine gute Kupferversorgung liegt je nach Bodenart bei 3–8 mg Cu pro kg Boden (edta-Extrakt-Methode). Bei dieser Versorgung wird bereits eine Düngung von 0–3,0 kg Cu/ha empfohlen. Auf Flächen mit bis zu 20 Jahren Hopfenbau und den hohen Kupferanwendungen wie in den 1970er Jahren, werden 10–15 mg Cu pro kg Boden gemessen; bei längerem Hopfenbau dann auch Werte über 100 mg, mit Extremwerten (bei Erosion) bis 500 mg Cu pro kg Boden. Werden (wie aktuell) 2 bis 4 Kilogramm Kupfer ausgebracht, wird es auch nach 20 Jahren keine messbare Erhöhung der Kupfermengen im Boden geben.

### **2. Kupfer-Reduzierungsmaßnahmen**

Erst in den 1970er Jahren kamen andere Produkte wie Dithiocarbamate auf den Markt, und am Abschnitt Hopfen der Bayerischen Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau wurde ein *Peronospora*-Prognosemodell erarbeitet. Mit der Einführung des Modells Anfang der 1980er Jahre konnte bei den damals ausschließlich angebauten, sehr anfälligen Sorten die Zahl der Spritzungen von durchschnittlich 15 auf sieben bis acht Anwendungen reduziert werden. Die jährlich ausgebrachten Kupfermengen sind in Tabelle 1 dargestellt.

**Tabelle 1: Entwicklung des Einsatzes kupferhaltiger Pflanzenschutzmittel im Hopfen in Deutschland**



Jahr	Anzahl Spritzungen mit Kupfer	Produkt kg/ha	Kupfer kg/ha	Produkte für Hopfen in Deutschland ca. in Tonnen
1965	15 - 17	130	60	1.200 (9.000 ha)
1975	9 – 11 plus 5 x „andere“	85	38,5	1.700 (20.000 ha)
1995	2 - 4	35	15,7	630 (18.000 ha)
2007	1,2 (aus Schlagkarteien)	7,5	3,4	160 (17.800 ha)



LfL

Pflanzenbau

Engelhard-IPZ 5b-1

Eine weitere deutliche Reduzierung der Spritzmengen war mit der Einführung der peronospora-toleranten Hüller Zuchtsorten möglich. Das Prognosemodell wurde Mitte der 1990er Jahre an die weniger anfälligen Sorten angepasst, so dass insgesamt gegen die Sekundärinfektion der Peronospora bei diesen Sorten im Durchschnitt nur noch drei bis vier Spritzungen notwendig sind. Der Anteil der peronospora-toleranten Zuchtsorten beträgt zurzeit in Deutschland 75 % der Anbaufläche.

### 3. Gibt es nach 80 Jahren Kupferanwendung in den Hopfenbaugebieten noch etwas zu schützen?

Nach derzeitigen Berechnungen und Grenzwerten zum Umwelt- und Anwenderschutz muss diese Frage erlaubt sein.

An vier Beispielen aus der Hallertau soll darauf eine Antwort gegeben werden.

#### 3.1 Regenwurmorkommen [1]

Die Tabellen 2 und 3 zeigen die starke Abhängigkeit der Regenwurmpopulation von der Bodenbearbeitung bzw. der Begrünung der Flächen zwischen den Hopfenreihen. Auch auf Grünland gibt es keine wesentlich höheren Werte als im Hopfen mit Gründüngung. Es sei noch einmal daran erinnert, dass diese Untersuchungen zu einer Zeit durchgeführt wurden, in der schon seit Jahren Kupferspritzmittel angewendet wurden und auch im Untersuchungs-jahr noch rund 20 kg Reinkupfer/ha gespritzt wurde. Zusätzlich wurden in diesem Zeitraum auch noch Phosphorsäureester, Carbamate, Pyrethroide (Blattlausbekämpfung) und Alzodef zum Hopfenputzen eingesetzt.

Die Tabelle 4 setzt den Regenwurmbesatz in Relation zum Kupfergehalt im Boden. In zwei Fällen scheint hoher Kupfergehalt die Ursache für eine niedrige Regenwurmpopulation zu

sein. Die Untersuchung mit dem höchsten Kupfergehalt brachte im Gegensatz dazu die höchste Biomasse. Andere Einflüsse sind mindestens so ausschlaggebend wie der (sicher sehr hohe) Kupfergehalt.

**Tabelle 2:** Vergleich der Regenwurmpopulationen, Individuendichte und Regenwurmbiomasse (Durchschnittswerte aus einer Probenserie 1985 mit je 8 Stichproben)

	ohne Gründung und Bodenabdeckung	mit Gründung und Bodenabdeckung
Regenwurmindividuenzahl: (Tiere/Quadratmeter)	3	144
Regenwurmbiomasse: (Gramm/Quadratmeter)	3	192

**Tabelle 3:** Vergleich der Regenwurmpopulationen, Individuendichte, Regenwurmbiomasse und Artenzahl (Durchschnittswerte aus zwei Probenserien 1986 mit je 20 Stichproben)

	ohne Gründung und Bodenabdeckung	mit Gründung und Bodenabdeckung
Regenwurmindividuenzahl: (Tiere/Quadratmeter)	10,3	97,7
Regenwurmbiomasse: (Gramm/Quadratmeter)	25,3	144,9
Regenwurm-Artenzahl/ Fläche:	1	2

**Tabelle 4:** Regenwurmbesatz und extrem hoher Kupfergehalt; 1986

Standort		Grün- dün- gung	Boden- art	Kupfergehalt mg/kg		Regenwurmbesatz (Medianwert)	
				0 - 30 cm	30 - 60 cm	Individuen Zahl/m <sup>2</sup>	Biomasse g/m <sup>2</sup>
Pfarrer- hopfen	alt	mit	sL	125	22	1,0	0,6
	neu	mit	sL	74	22	53,0	54,8
Bahn	alt	mit	L	176	50	4,0	11,4
	neu	mit	L	49	29	92,0	106,3
Woln- zach	Pfab	mit	sL	69	25	97,7	144,9
	Glück	ohne	sL	158	-	10,3	25,3
Axen- hofen	Reith	mit	sL	195	-	52,0	184,8
	Plank	ohne	L	142	-	27,0	34,0

### 3.2 Kleinsäuger

Durch Kupfer werden laut der Grenzwerte die Kleinsäuger (Mäuse, Wühlmäuse) übergebührlich beeinträchtigt. Im Gegensatz dazu steht die Forderung der Hopfenpflanzer, endlich eine Genehmigung für die Anwendung eines Rodentizides zu erwirken, da Mäuse und Wühlmäuse die Hopfenstöcke schädigen.

Werden diese Aussagen angezweifelt, führen wir die Zweifler gerne gemeinsam mit den Hopfenpflanzern durch die Hopfengärten, um den Besitz an Kleinsäufern zu erheben.

### 3.3 Vögel

Vögel halten sich in Hopfengärten auf, wenn sie Nahrung suchen und finden; dies erfolgt regelmäßig zu oder nach Bodenbearbeitungen.

Die Diplomarbeit „Bestand, Verbreitung und Habitatwahl der Heidelerche in Hopfenbaugebieten des nördlichen Landkreises Pfaffenhofen/Ilm“ aus dem Jahre 2007 beschreibt das Vorkommen des auf der Roten Liste stehenden Vogels [2]. Es wurde deutlich, dass die freien Flächen in den Hopfengärten zur Futtersuche genutzt werden. Die Hopfenstangen dienen als Warte, wo die Männchen ihre Gesänge vortragen und die Landschaft nach Nahrung und Feinden abgesucht wird. Brachflächen neben den Hopfengärten sind regelmäßig die Neststandorte. Pflanzenschutz hat keinen Einfluss auf das Vorkommen.

### 3.4 Nützlinge

In den Jahren 1994–2004 wurde von den Dipl. Biologen Dr. Ullrich Benker und Dr. Florian Weihrauch die Arthropodenfauna in den Hopfengärten der Hallertau erhoben. Es wurden über 70 verschiedene Taxa festgestellt, die als Nützlinge einzustufen sind. Die Zusammenstellung der Arten und die Häufigkeit der Vorkommen stehen unter „[www.LfL.bayern.de/ipz/hopfen/23409](http://www.LfL.bayern.de/ipz/hopfen/23409)“ (hier Nutzinsektenliste) als pdf zur Verfügung.

**Auch die Nützlinge haben überlebt.**

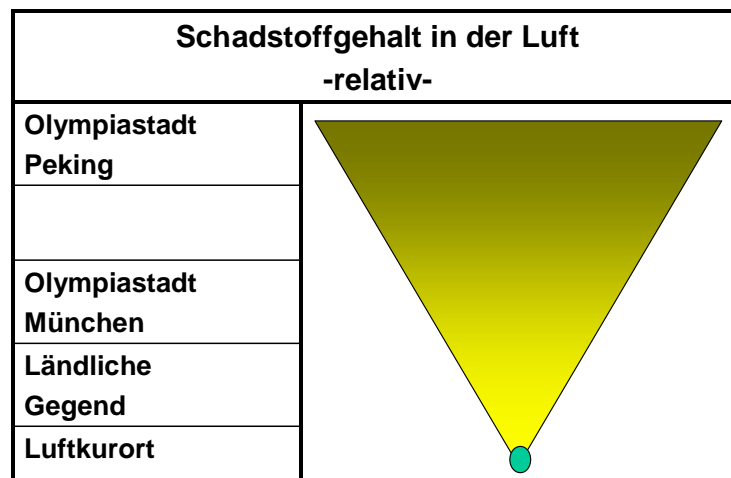
Ich möchte noch ein paar generelle Gedanken einbringen:

**Ist es nicht angebracht, auch umweltrelevante Untersuchungen im natürlichen Ökosystem zu bewerten und diese auch zu berücksichtigen** (nicht nur bei Kupfer, sondern generell)? Bringen nur die isolierten Einzelfallbetrachtungen unter „worst-case“ Bedingungen die allein seligmachende Wahrheit? Wenn dies zutrifft,

- wird es höchste Zeit, dass jede Bewegung zu Fuß, mit dem Fahrrad, Auto, Flugzeug usw. verboten wird, denn beim Zusammentreffen aller ungünstigen Bedingungen ist bei jeder Bewegung mit einem tödlichen Ausgang zu rechnen,

- darf kein Sportler zur Olympiade nach Peking, denn die Schadstoffbelastung überschreitet jeden Grenzwert (oder überleben die Sportler doch?). Suchen wir in der globalen Welt nur die Luftreinheit in einem Luftkurort?

Abbildung 1: Gefährdungspotential Luft



#### 4. Wie geht es weiter?

Zur Beurteilung der Notwendigkeit von kupferhaltigen Pflanzenschutzmitteln im Hopfenbau muss differenziert werden zwischen konventioneller Produktionstechnik und Öko-Hopfenbau.

##### 4.1. Konventionelle Produktionstechnik

Mit der Einführung eines Prognosemodells wurde die Anzahl der Bekämpfungsmaßnahmen zur Sekundärinfektion bei anfälligen Sorten auf durchschnittlich sechs und bei toleranten Sorten auf drei reduziert. Synthetische Pflanzenschutzmittel (aktuell fünf Produkte) sind zugelassen und werden auch eingesetzt, so dass kupferhaltige Produkte nur noch einmal (bzw. in einigen Betrieben zweimal) gegen Ende der Saison eingesetzt werden. Die Aufwandmengen an Reinkupfer liegen unter 5 kg pro Hektar und Jahr.

Versuche haben ergeben, dass mit Neuformulierungen auf Basis Kupferhydroxid eine weitere Reduzierung der Aufwandmengen möglich ist (Tabelle 5). Allerdings darf die Konzentration von 0,2 % nicht unterschritten werden. Bei 2.700 l Wasser/ha (BBCH > 55) bedeutet dies eine Produktaufwandmenge von 5,4 l bzw. kg/ha und eine Reinkupfermenge (bei 30 % Wirkstoffgehalt) von 1,6 kg/ha und Anwendung. Die Zulassung mit zwei Anwendungen würde für konventionell wirtschaftende Betriebe ausreichend sein.



**Tabelle 5: Wirkungsversuch mit Niedrig-Kupfervarianten 2007**

Produkt	Anzahl Spritzungen	Produkt l/kg/ha	Kupfer l/kg/ha	Wirkung
Funguran	2	16,6	7,5	gut
Cuprozin WP	2	10,2	4,6	gut
Cuprozin fl	2	10,2	3,1	gut

**2007 sind 75 % der Hopfenfläche mit peronospora- toleranten Zuchtsorten bepflanzt.**



**LFL**  
Pflanzenbau

Engelhard-IPZ 5b-3

Kupferhaltige Wirkstoffe stellen in konventionell wirtschaftenden Betrieben einen wichtigen Faktor zum Wirkstoffwechsel dar. Auch nach 80 Jahren gibt es keine Resistenzen.

#### 4.2. Öko-Betriebe

In Öko-Hopfenbaubetrieben ist die max. Aufwandmenge auf 4.0 kg Reinkupfer pro Hektar begrenzt. Die Bekämpfung der Primärinfektion ist nur mechanisch (befallene Triebe ausbrechen) oder mit Kontaktmitteln möglich. Das Prognosemodell kann deshalb in der Regel bis zum Wachstumsstadium „Erreichen der Gerüsthöhe“ nicht genutzt werden. Es sind in der Regel zur Vermeidung von frühen Sekundärinfektionen zusätzliche Behandlungen notwendig. Da keine synthetischen Fungizide benutzt werden dürfen, ist eine Zulassung von kupferhaltigen Pflanzenschutzmitteln mit nur zwei Anwendungen pro Saison nicht ausreichend. Um über die ganze Saison mit den vorgegebenen max. 4,0 kg Cu/ha auszukommen, wird in Öko-Hopfenbaubetrieben eine Kombination von Kupfer und Schwefelprodukten zusammen mit Gesteinsmehl (evtl. zusätzlich noch „effektive Mikroorganismen“) ausgebracht. Versuche von 2004 – 2006 haben gezeigt, dass mit dieser Strategie auch bei anfälligen Sorten und hohen Infektionsdruck die Peronospora optimal bekämpft werden kann [3].

Alle in diesem Versuchsprogramm [3] getesteten alternativen Produkte konnten die Anforderungen in keiner Weise erfüllen und waren in der Regel mit der Variante „unbehandelt“ vergleichbar.

#### 5. Schlussfolgerungen

Alle Erkenntnisse die es ermöglichten, den Einsatz von kupferhaltigen Produkten im Hopfenbau zu reduzieren, wurden bisher konsequent umgesetzt. Wenn mit neuen Formulierungen eine weitere Reduzierung des Einsatzes von Kupfer möglich ist, wird auch dies unverzüglich von den Praktikern genutzt. Ohne kupferhaltige Pflanzenschutzmittel geht in konventionell

wirtschaftenden Betrieben eine wichtige Möglichkeit zum Resistenzmanagement verloren. In Öko-Hopfenbaubetrieben sind die Auswirkungen wesentlich gravierender, denn ohne kupferhaltige Pflanzenschutzmittel müssen diese Betriebe ihre Produktion einstellen – **ohne Kupfer kein Ökohopfen!** Die Wiederzulassung von kupferhaltigen Pflanzenschutzmitteln mit der Begrenzung „max. 4,0 kg Reinkupfer pro Hektar und Jahr“ (ohne Begrenzung auf eine bestimmte Anzahl von Anwendungen) ist unverzichtbar.

Zur generellen Charakterisierung der Bewertung von Pflanzenschutzmitteln sei noch ein Zitat erlaubt (der Autor ist mir nicht mehr im Gedächtnis):

„Wer Hunger hat, hat ein Problem; wer satt ist, hat viele Probleme“.

Ich habe den Eindruck, dass wir in Mitteleuropa, eingebettet in die EU-Richtlinien, sehr satt sind und bei der Erarbeitung neuer Auflagen nicht mehr wissen, was wirklich wichtig ist.

## 6. Literatur

Bauchhenß, J. und Rossbauer, G. (1988): Bodenfruchtbarkeit in Hopfengärten - festgestellt anhand des Regenwumbesatzes -; Hopfen-Rundschau 1988/S. 44-45

Breitsameter, L. (2007): Bestand, Verbreitung und Habitwahl der Heidelerche (*Lullula arborea*) in Hopfenanbaugebieten des nördlichen Landkreises Pfaffenhofen/Ilm sowie Entwicklung von Maßnahmen zur Erhaltung beziehungsweise zur Vergrößerung der Population  
Diplomarbeit an der Technischen Universität München, Fakultät für Biowissenschaften, Fachgebiet für spezielle Zoologie, 2007; 111 Seiten

Engelhard, B.; Bogenrieder, A.; Eckert, M.; Weihrauch, F. (2007): Entwicklung von Pflanzenschutzstrategien im ökologischen Hopfenbau als Alternative zur Anwendung kupfer- und schwefelhaltiger Pflanzenschutzmittel;  
Schriftenreihe der LfL, 9/2007, ISSN 1611-4159; 49 Seiten.

## Einsatz und Notwendigkeit von Kupferpräparaten im ökologischen Obstbau

Jutta Kienzle, Dierk Augustin, Philipp Haug

Fördergemeinschaft Ökologischer Obstbau e.V., Traubenplatz 5, 71394 Weinsberg

jutta@jutta-kienzle.de

Die erfolgreiche Regulierung von Pilzkrankheiten ist auch im ökologischen Obstbau für einen ausreichenden Ertrag und eine gute Qualität der Früchte von zentraler Bedeutung. Für viele Krankheiten an verschiedenen Obstarten ist Kupfer das einzig wirksame Fungizid (Tab. 1).

Tabelle 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)

Indikation	Kultur	Max. Aufwandm. in kg Reinkupfer ha und mKH	Anwendung	Gesamtaufwandmenge
Schorf	Kernobst	0,25	Vor der Blüte, Nachblüte	< 3 kg/ha/Jahr
Krebs	Kernobst	0,5	Nachernte	< 3 kg/ha/Jahr
Kragenfäule	Kernobst	0,5	Streichbehandlung Stammbasis	< 3 kg/ha/Jahr
Feuerbrand	Kernobst	0,25	Vorblüte, ggf. Nachblüte	< 3 kg/ha/Jahr
Valsa	Steinobst	0,5	nach der Ernte	< 3 kg/ha/Jahr
Schrotschuss	Steinobst	0,5	bis Blühbeginn	< 3 kg/ha/Jahr
Monilia	Steinobst	0,5	bis Ende des Ballonstadiums	< 3 kg/ha/Jahr
Kräuselkrankheit	Pfirsich	0,5	beim Knospenschwellen Abstand: 7 bis 10 Tag(e)	< 3 kg/ha/Jahr
Narrentaschenkrankheit	Pflaume	1	Vor der Blüte	< 3 kg/ha/Jahr
Rutensterben	Himbeere	1,1	Vor Blüte/nach der Ernte	< 3 kg/ha/Jahr
Rankenkrankheit	Brombeere	1,1	Vor Blüte/nach der Ernte	< 3 kg/ha/Jahr
Weissflecken	Erdbeere	1,5	Vor Blüte und nach Ernte	< 3 kg/ha/Jahr
Säulchenrost	Johannisbeeren	0,3	von Austrieb bis Blüte bzw. nach der Ernte	< 3 kg/ha/Jahr

Momentan besteht nur eine Zulassung für Cuprozin WP für die Indikation „Kernobst Obstbaumkrebs“ und für Funguran für die Indikation Kragenfäule als Streichbehandlung. Für alle anderen Indikationen muss die Aufbrauchsfrist genutzt werden.

Restmengen von Funguran dürfen zwar noch zwei Jahre aufgebraucht werden. Dies hat zur Folge, dass die Anwendung zwar legal ist, aber trotzdem innerhalb eines gewissen „gefühlten Graubereichs“ erfolgt. Außerdem gibt es in dieser Situation für die Betriebe keine verlässlichen Rahmenbedingungen. Dies beeinträchtigt nicht nur die bestehenden Betriebe sondern vor allem den Prozess der Neuumstellung. Es gibt derzeit ziemlich viele Interessenten an einer Neuumstellung, die teilweise jedoch keine Restmengen von Funguran zur Verfügung haben. Diese Betriebe können ohne Funguran eine Umstellung nicht durchführen und müssen bis zu



einer Wiedezulassung warten. Viele Betriebe wollen auch das Risiko einer Umstellung nicht eingehen wenn zu erwarten ist, dass das wichtigste Fungizid unter Umständen bald nicht mehr zur Verfügung steht. Dies führt zu einer Verzögerung der Umstellung auf Ökologischen Landbau, was bei der momentanen Nachfragesituation, die zu vermehrten Neuumstellungen führt, erhebliche Probleme bereitet. Der Markt wird dann seine Nachfrage mit Produkten aus anderen Ländern decken, in denen Kupfer zugelassen ist. Dies führt jetzt sofort zu einer erheblichen Wettbewerbsverzerrung und kann auf Dauer dazu führen, dass sich Handelsbeziehungen mit dem Ausland etablieren, so dass die inländische Produktion später Schwierigkeiten hat, sich am Markt noch zu etablieren.

Bei einer Wiedezulassung von Kupferpräparaten besteht im ökologischen Obstbau auch erhebliches Interesse, das Präparat Cuprozin Flüssig zur Verfügung zu haben. Unter Umständen könnte damit die Gesamtkupferaufwandmenge weiter reduziert werden. Dazu werden gerade erste mehrjährige Ringversuche auf Betrieben durchgeführt. Soll eine Zulassung dieses Präparates in absehbarer Zeit erfolgen, müsste es jedoch möglich sein, die Daten für die Wirkung von den bisherigen Präparaten/Zulassungen zu übernehmen. Andererseits ist bei der Vielzahl der Indikationen im ökologischen Obstbau verbunden mit der zunehmenden Unsicherheit bei Freilandversuchen sowie der zusätzlichen Kosten für Versuche zur Wirkungsprüfung nicht damit zu rechnen, dass alle notwendigen Indikationen zeitnah abgedeckt werden können.

Um die Gesamtaufwandmenge an Kupfer weiter zu minimieren, muss intensive Forschungsarbeit betrieben werden. Die weitere Optimierung der Formulierung von Kupferpräparaten sowie die Suche nach Alternativen sind wichtige Schwerpunkte dieser Arbeit. Von grosser Bedeutung für die Gesamtstrategie ist jedoch auch die Verfügbarkeit qualitativ hochwertiger wenig krankheitsanfälliger Sorten. Sortenzüchtung und –prüfung sind daher ebenfalls zentrale Bestandteile einer längerfristigen Strategie zur Reduktion der Kupferaufwandmenge im ökologischen Obstbau.



## Kupfer – ein bedeutendes Fungizid für den Obstbau

Gerd Palm<sup>1</sup>, Georg Henkel<sup>2</sup>

1 LWK Niedersachsen, Moorende 53, 21635 Jork

2 LWK Schleswig-Holstein, Thiensen 20, 25373 Ellerhoop

gerd.palm@lwk-niedersachsen.de, ghenkel@lksh.de

**Funguran (31.08.07)**

**Kernobst:**

<b>Obstbaumkrebs</b>	(3 x 2,25 kg),
<b>Schorf</b>	(4 x 1,5 auf 0,5 kg),
<b>Feuerbrand</b>	(1 kg; max 6,7 kg/a),
<b>Kragenfäule</b>	(4 x 2,5 kg/ha; Punktbeh.)



**Steinobst:**

<b>Schrotschuss</b>	(3x 2,25 kg),
<b>Valsa leucostoma</b>	(4x 2,25 kg)

**Beerenobst:**

<b>Rot- u. Weißfleckenkr.(E)</b>	(2x 10 kg/ha)
<b>Rankenkrankheit (Br)</b>	(2x 3,3 kg/ha)
<b>Rutenkrankheit (H)</b>	(2x 3,3 kg/ha)

Abt.: Integrierter Pflanzenschutz im OVB

**Cuprozin WP (31.12.14) (max. 3 x 1 kg/ha m Kh)**

**Kernobst:**

**Obstbaumkrebs (NE)**

**Heidelbeere:**

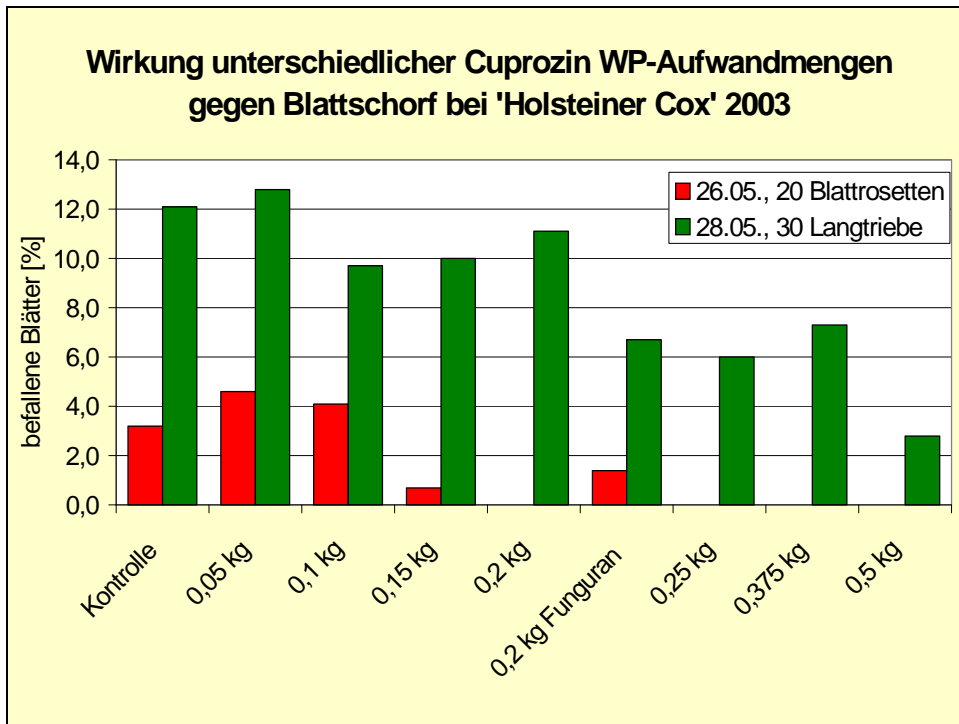
**Triebsterben (VB/NE)**

**Cueva (31.12.12) (3x 10 l/ha m Kh)**

**Apfel:**

**Apfelschorf**

Abt.: Integrierter Pflanzenschutz im OVB



Landwirtschaftskammer  
Niedersachsen

## Forderung

Ohne Kupfer erhöhtes Resistenzrisiko

zwei Anwendungen

vom Stadium Knospenaufbruch bis Mausohr (BBCH 52-54)

Aufwandmenge =1 kg/ha u. Meter Kronenhöhe

Abt.: Integrierter Pflanzenschutz im OVB

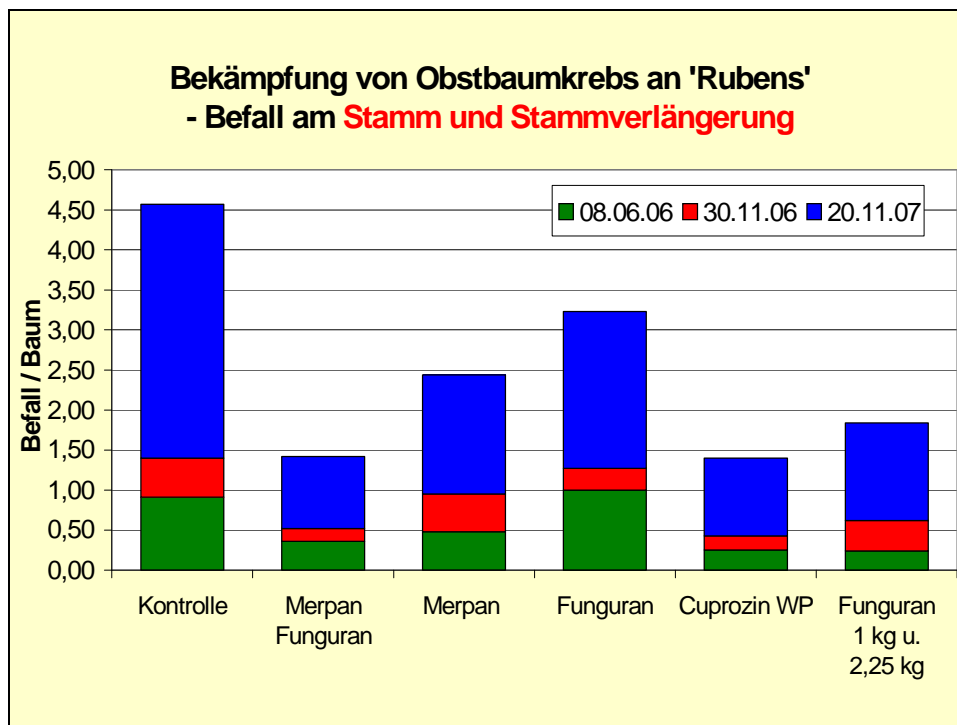
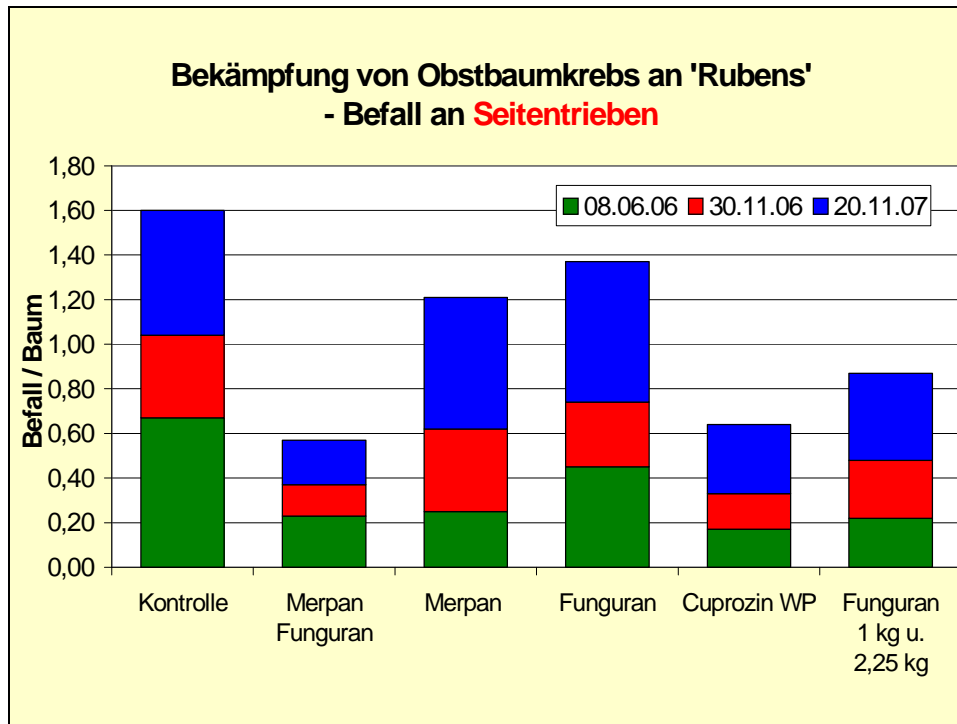
### Obstbaumkrebs an der Stammverlängerung bei ‚Rubens‘ im Dezember 2007

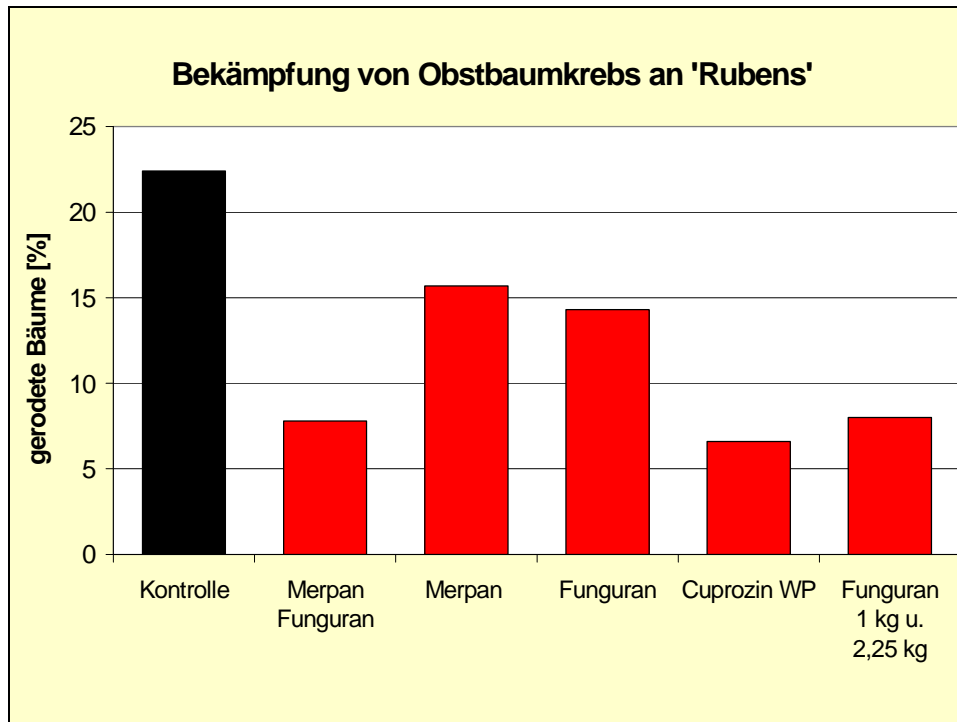


### Bekämpfung von Obstbaumkrebs an 'Rubens'

Versuchs- glied	Behandlungstermine					
	08.11.2005	22.11.2005	10.04.2006	27.11.2006	18.12.2006	19.02.2007
	Blattfall					
	20 %	40 %	100 %	90 %	100 %	100 %
1	-----	-----	-----	-----	-----	-----
2	Merpan 0,75 kg	Funguran 1,0 kg	Funguran 1,0 kg	Merpan 0,75 kg	Funguran 1,0 kg	Funguran 1,0 kg
3	Merpan 0,75 kg	Merpan 0,75 kg	Merpan 0,75 kg	Merpan 0,75 kg	Merpan 0,75 kg	Merpan 0,75 kg
4	Funguran 1,0 kg	Funguran 1,0 kg	Funguran 1,0 kg	Funguran 1,0 kg	Funguran 1,0 kg	Funguran 1,0 kg
5	Cuprozin WP 1,0 kg	Cuprozin WP 1,0 kg	Cuprozin WP 1,0 kg	Cuprozin WP 1,0 kg	Cuprozin WP 1,0 kg	Cuprozin WP 1,0 kg
6	Funguran 1,0 kg	Funguran 2,25 kg	Funguran 2,25 kg	Funguran 1,0 kg	Funguran 2,25 kg	Funguran 2,25 kg

Pflanzjahr: Herbst 2003 als 2jährige





## Forderungen

Ohne Kupfer hohe Verluste durch Obstbaumkrebs

Mindestens 3 Anwendungen nach der Ernte bis zum Knospenaufbruch

Aufwandmenge =1 kg/ha u. Meter Kronenhöhe; sicherer =2 kg/ha m Kh



## Gewässermonitoring Altes Land

Ergebnisse 2006/2007

### Beteiligte:

**Obstbau Versuchs- u. Beratungszentrum Jork**  
**Pflanzenschutzamt Niedersachsen**  
**NLWKN, Betriebsstelle Stade**  
**LUFA Nord-West Hameln**  
**Niedersächsisches Umweltministerium**

Abt.: Integrierter Pflanzenschutz im OVB



### Beurteilung der Ergebnisse aus der Sicht des Gewässerschutzes

#### Wasserproben:

**Anstieg der Cu-Konzentration im Gewässer (Wasserphase) durch Abdrift nur unmittelbar nach der Anwendung**  
**Innerhalb weniger Stunden (<24 h) gleiche Cu-Konz. wie vor der Behandlung**  
**Kurzfristige Adsorption an Sediment**  
**Cu-Applikation führte nicht zur Erhöhung der Cu-Konz. im Wasser**  
**Zielvorgabe LAWA von 4 µg/l (BVL: 1,85 µg/l) Gesamtkupfer konnte nicht eingehalten werden (Standort 1: 6 bzw. 8 µg/l; Standort 2: 5 bzw. 6 µg/l bei 50Perzentil)**

**Wasserprobe Wesermarsch, Baseline:**  
**10-16 µg/l Cu-Gesamt; 9-10 µg/l gelöstes Cu; Sediment 11,3 bzw. 13,3 mg/kg TS**

Abt.: Integrierter Pflanzenschutz im OVB



## Sediment- und Bodenprofile

### Wesermarsch:

14 und 22,5 mg/kg TS

### Altes Land

Standort 1: 3,1 bzw. 6,5 mg/kg TS

Standort 2: 10,4 bzw. 16,5 mg/kg TS

Kein Gradient der Kupferkonzentration in Bodenprofilen

Abt.: Integrierter Pflanzenschutz im OVB



## Beurteilung der realen Gefährdung durch Kupfer

Kupfer i. d. R. gebunden an org. Substanz,  
im geringen Umfang an Ton- Schluffbestandteile,  
geringer Anteil pflanzenverfügbar

Gesamtkupfer des Bodens gibt keine Rückschlüsse auf  
Belastung des Erntegutes

Gelöstes bzw. pflanzenverfügbares Kupfer ist entscheidend,  
nicht Gesamtkupfer

Abt.: Integrierter Pflanzenschutz im OVB



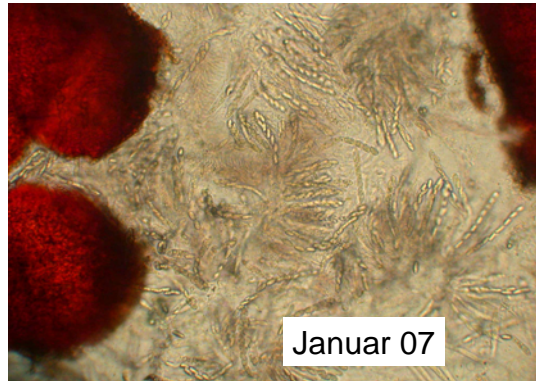
## Obstbaumkrebs-Bekämpfung Wundverschluss (3jährige Ergebnisse)



1. Kann der Krebs durch „drüberpinseln“ unschädlich gemacht werden?
2. Kann die ausgeschnittene Wunde offen bleiben?
3. Muss ein Wundverschluss erfolgen? Wenn ja, womit?



März 05



Januar 07

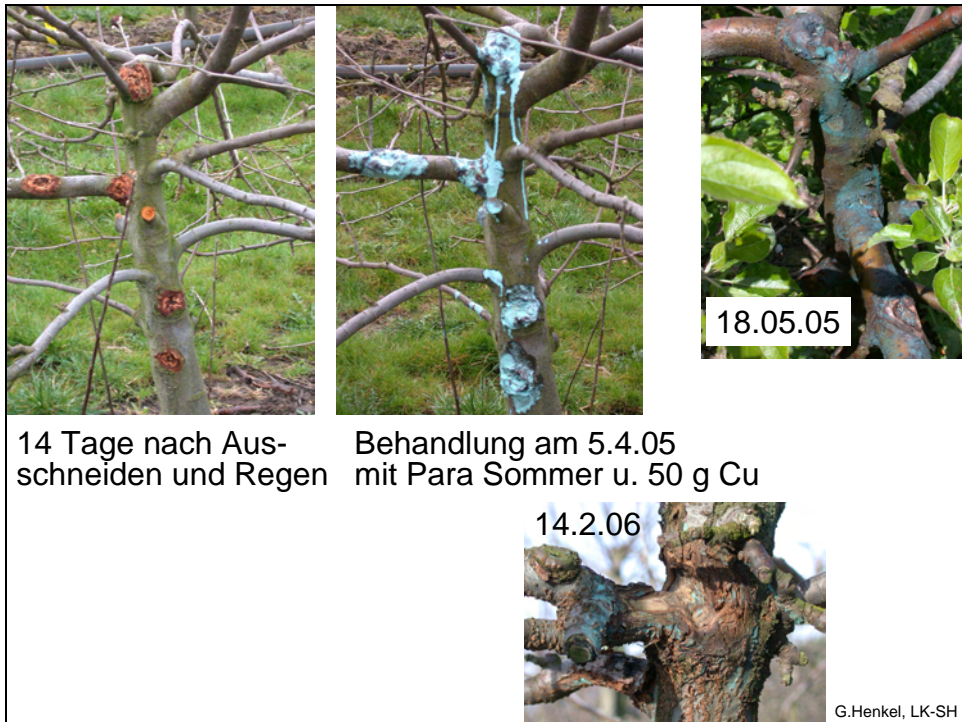
## Obstbaumkrebs- Bekämpfung Wundverschluß



16 Versuchsvarianten: Behandlung 22.3. u.5.4.05

- „mit Ausschneiden“ und „ohne Ausschneiden“
- Einsatz von Parasommer (Mineralöl), Novaril Rot in Kombination mit verschiedenen Kupferkonzentrationen (5% und 15% Cuprozin)
- Bodenlack, Novaril Rot jeweils ohne Zusätze
- „sofortige Behandlung“ oder „Behandlung 14 Tage nach Regen“

G.Henkel, LK-SH



### Obstbaumkrebs- Bekämpfung



Behandlung: 22.03.05    Auswertungen: 01.02.06    23.01.07

K: keine    W: wenige    E: einige    V: viele neue Fruchtkörper

6a ohne Ausschneiden (Kontrolle)

3 x K, 1 x W, 1 x E    4 x E, 1 x V

6b ohne Ausschneiden, sofort mit Versuchsmittel und 150 g Cuprozin/1l Öl bestreichen

3 x K, 1 x E, 1 x V    2 x K, 1 x W, 1 x E, 1 x V

6c ohne Ausschneiden, sofort mit Bodenlack

2 x W, 3 x E    1 x K, 1 x W, 2 x E, 1 x V

6d ohne Ausschneiden, sofort mit Parasommer und 150 g Cuprozin /1l Öl bestreichen

4 x K, 1 x W    1 x K, 3 x W, 1 x V

G.Henkel, LK-SH



## Obstbaumkrebs- Bekämpfung Wundverschluß

Aussagen zu den Varianten „ohne Ausschneiden“

Ein Jahr nach den Behandlungen ist eine gewisse Wirkung vorhanden.

Bestätigung durch  
**Sporulationsversuch 2005:**

- Entnahme von Krebsstellen aus Betrieb (5.4.05)
- Behandlung der nicht ausgeschnittenen Wunden entsprechend den Varianten
- Lagerung im Freien



G.Henkel, LK-SH

## Sporulationsversuch Freiland

bei den 4 ersten Auswertungen keine nennenswerte Sporenfreisetzung



	Ast	Perithezien dunkelrot	Perithezien hellrot	Sporo- dochien	Summe
01.08.05 Kontrolle	1	0	405	0	405
	2	215	193	0	408
	3	195	85	0	280
	4	30	54	0	84
	5	141	55	0	196
<b>Summe</b>		<b>581</b>	<b>792</b>	<b>0</b>	<b>1373</b>
01.08.05 Para Sommer + 15 % Cu	1	112	0	0	112
	2	0	0	0	0
					55
					0
					<b>167</b>
01.08.05					0
					26
					0
					0
<b>Summe</b>		<b>26</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>26</b>

Kupfervarianten: alte Sporenlager von vor der Behandlung sind zu und konnten keine Sporen entlassen (Quetschproben: leer). Die Bildung neuer Sporenlager unterbleibt, oder ist für ein Jahr stark reduziert.

G.Henkel, LK-SH



Kann der Krebs durch „drüberpinseln“  
unschädlich gemacht werden?

Nein

Alle Varianten mit vorherigem Ausschneiden haben im 2. Jahr weniger Fruchtkörper. Es erfolgt also keine Heilung.

Langfristig führt das „drüberpinseln“ nicht zur Reduktion des Infektionsdruckes. Im 3. Jahr setzt starke Sporulation ein.

G.Henkel, LK-SH

### Obstbaumkrebs- Bekämpfung Wundverschluß



Aussagen zu Parasommer mit Kupfer:

Uneinheitlich,  
sowohl über den Zeitpunkt des Wundverschlußes,  
als auch über die optimale Kupfermenge

5 mit Ausschneiden, sofort Bodenlack  
4 x K, 1 x E                      2 x K, 2 x W, 1 x E

schlechte Wirkung + keine Zulassung

= keine Anwendung



## Obstbaumkrebs- Bekämpfung Wundverschluss



Landwirtschafts-  
kammer  
Schleswig-Holstein

Aussagen zu Novaril Rot:

Wirkung ohne fungiziden Wirkstoff besonders zwei Jahre nach Behandlung nicht ausreichend

geringere Kupfermenge reicht aus  
(50 g Cuprozin/1l u. 10% Wasser)

Novaril Rot mit 50 g Kupfer/1l u.  
10 % Wasser ist die beste der 16 Varianten.  
Keine der Wunden zeigte Neubefall.

Ist Novaril Rot jetzt das Mittel der Wahl??



## Obstbaumkrebs- Bekämpfung



Landwirtschafts-  
kammer  
Schleswig-Holstein

Zweijährige Ergebnisse: Auswertungen: 01.02.06 23.01.07

K: keine W W: wenige E: einige V: viele neue Fruchtkörper

1 mit Ausschneiden und offen lassen ( Kontrolle)

5 x K 4 x K, 1 x W



Zweitbeste  
Variante im  
Versuch !!!





Endbewertung  
der 3. jährigen Krebsversuche  
Bonitur: 14.8.07



Landwirtschafts-  
kammer  
Schleswig-Holstein

Kann die ausgeschnittene Wunde offen bleiben? **Ja !**

Das saubere Ausschneiden der Krebswunden ohne weiteren Wundverschluß führte im Versuch zu weniger neuen Krebswunden, als in 11 Varianten welche nach dem Ausschneiden noch eine Zeit und Kosten aufwendige Wundverschluß-Behandlung erhielten.



Trotz direkten Setzens der befallenen Hölzer in die künstlichen Wunden erfolgten keine Infektionen.

Auswertung: 21.12.05 u. 1.6.06



### Obstbaumkrebs - Krebs auch ohne Kupfer im Griff!?

**ja**, wenn es sich um die teure, mechanische Wundbehandlung schon erfolgter Infektionen am Stamm handelt (Erhaltung des Baumes)

5-10% (Infektionen am Stamm u. Gerüststäben)

**nein**, wenn es sich um die grundsätzliche Abwendung des Krebses in Form von Sprühbehandlungen (Blattfallspritzung, nach Frostereignissen) handelt

90-95% (Infektionen am 1-4 jährigen Holz)

G.Henkel, LK-SH



### Fazit:

- **Kupfer ist** für die Bekämpfung des Obstbaumkrebses **erforderlich** und „Notwendend“!
- Kupfer ist sowohl für die **ökologisch** wirtschaftenden Betriebe, als auch für die **integriert** wirtschaftenden **Betriebe** essentiell.

G.Henkel, LK-SH

## Versuchsergebnisse zur Reduzierung des Kupfereinsatzes bei der Schorfbekämpfung

Jürgen Zimmer

DLR Rheinpfalz, KoGA Ahrweiler, Walporzheimer Str. 48, 53474 Bad Neuenahr-Ahrweiler

Juergen.zimmer@dlr.rlp.de

Die Bekämpfung des Apfelschorfes (*Venturia inaequalis*) stellt in den Obstbaubetrieben, die nach ökologischen Richtlinien wirtschaften, ein großes Problem dar. Daher ist ein Anbau von krankheits- und schädlingsresistenten Apfelsorten für den biologischen Obstbau wünschenswert. Zurzeit verlangt der Markt jedoch schorfanfällige Sorten wie 'Elstar' und 'Jonagold'. Auch eine aufgrund ihrer Anfälligkeit für die biologische Produktion ungeeignete Sorte wie 'Fuji' wurde in den letzten Jahren verstärkt angepflanzt.

Mit der angepflanzten Sorte werden bereits die erforderliche Intensität und das Risiko der Produktion festgelegt. Momentan sind nur wenig robuste Apfelsorten auf dem Markt, die gleichzeitig die Anforderungen der Produzenten, des Handels und der Verbraucher erfüllen. Daher ist eine konsequente Schorfbekämpfung in den Betrieben unerlässlich.

Zurzeit gibt es noch keine gleichwertige Alternative zu Kupfer- und Schwefelpräparaten bei der Regulierung des Apfelschorfes. Ziel der Beratung und der Obstproduzenten ist es, die bestehenden Verfahren zu optimieren, um mit möglichst geringem Einsatz von Kupfer eine effektive Schorfbekämpfung zu erreichen.

In Versuchen mit niedrigen Kupferdosierungen wurden bereits gute Bekämpfungserfolge erzielt (Kelderer et al. 1997). Zur Optimierung des Kupfereinsatzes wird seitens der Industrie versucht Formulierungen zu entwickeln, die zu einem optimierten Einsatz der Kupferpräparate beitragen. Um die Wirkungsweise zweier auf Kupferhydroxidbasis formulierten Kupferpräparate zu ermitteln, wurde ein Versuch angelegt. Das Ziel dieses Versuches war es, eventuelle Unterschiede bezüglich des Wirkungsgrades der unterschiedlich formulierten Kupferhydroxidpräparate Cuprozin WP und Cuprozin flüssig herauszuarbeiten.

## Material und Methode

### Versuchsaufbau

In einem Versuch, der am DLR Rheinpfalz, Kompetenzzentrum Ahrweiler in den Jahren 2004 und 2005 durchgeführt wurde, wurden zwei unterschiedlich formulierte Kupferpräparate auf ihre Wirksamkeit in einem randomisierten, vierfach wiederholten Exaktversuch getestet. Hierbei handelte es sich um das als Spritzpulver formulierte Produkt Cuprozin WP mit 450 g Kupfer je Kilogramm in Form von Kupferhydroxid und das als Suspensionskonzentrat formulierte Produkt Cuprozin flüssig mit 300 g Kupfer je Liter in Form von Kupferhydroxid. Die Behandlungen erfolgten protektiv im wöchentlichen Abstand.

Die Aufwandmengen bezogen auf die tatsächlich ausgebrachte Kupfermenge wurden nach dem Vegetationsstand der Pflanzen in drei Stufen unterteilt. Bis zur Blüte wurden 150 g Reinkupfer pro Hektar und Meter Kronenhöhe appliziert. Ab Blühbeginn wurde die Aufwandmenge auf 75 g Reinkupfer pro Hektar und Meter Kronenhöhe halbiert. Nach der Blüte wurde diese Aufwandmenge nochmals halbiert und 37,5 g Reinkupfer pro Hektar und Meter Kronenhöhe eingesetzt. Die Versuche wurden in Versuchsflächen am KoGA Klein-Altendorf an der berostungsempfindlichen Sorte 'Golden Delicious' auf der Unterlage M9 durchgeführt. Bonitiert wurde der Schorfbefall an den Rosettenblättern im Mai, an den Blättern der Langtriebe im Juli und an den Früchten im Oktober.



## Ergebnisse

### Schorfbefall an Rosettenblättern

Im Jahr 2004 wurde 13,14 % Schorfbefall an den Rosettenblättern in der Kontrolle ermittelt. In der Variante Cuprozin WP konnte 0,84 % Schorfbefall an den Rosettenblättern festgestellt werden und in der Variante Cuprozin flüssig trat kein Schorfbefall auf. Im Jahr 2005 war der Schorfbefall in der Kontrolle mit 38,59 % deutlich höher als im Jahr 2004. In der Cuprozin WP Variante wurden 6,98 % ermittelt. Der niedrigste Befall mit 3,78 % wurde in der Parzelle mit Cuprozin flüssig sichtbar (Abb. 1).

Bei der Betrachtung der beiden Versuchsjahre zeigt sich, dass beide Präparate den Schorfbefall an den Rosettenblättern deutlich reduzieren konnten. Der geringste Schorfbefall wurde in beiden Jahren in der Variante mit Cuprozin flüssig ermittelt. So konnte in der Variante mit Cuprozin flüssig über beide Jahre ein Wirkungsgrad von 92,7 % festgestellt werden. Bei der Variante mit Cuprozin WP lag der Wirkungsgrad bei 84,88 %.

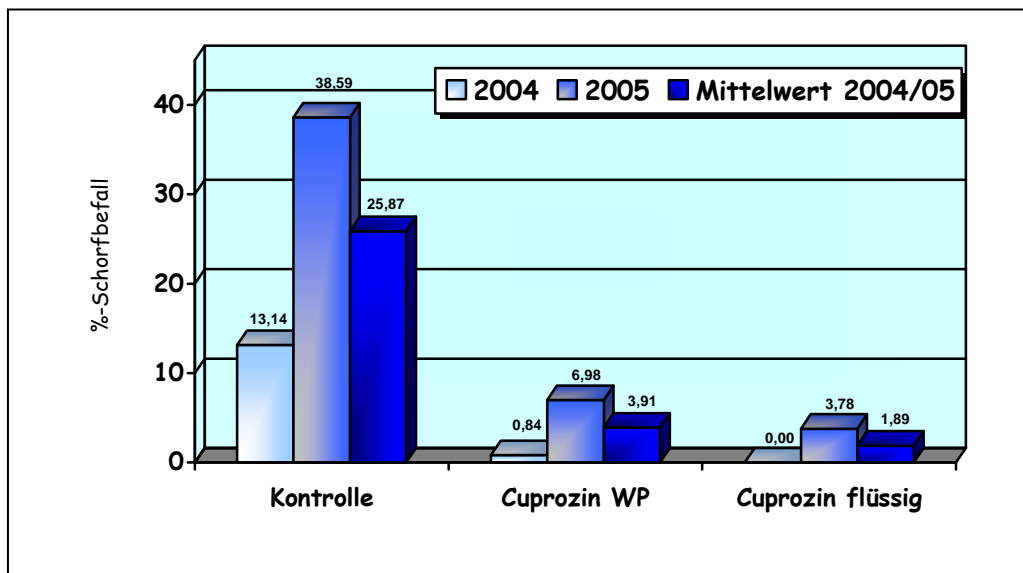


Abb. 1: Schorfbefall an Rosettenblättern 2004-2005

### Schorfbefall an Blättern der Langtriebe

Die ermittelten Daten bei Schorfbefall an den Rosettenblättern spiegeln sich auch in dem Schorfbefall der Blätter der Langtriebe wieder. So wurde im Jahr 2004 generell ein etwas niedriger Befall ermittelt. In der Kontrolle lag der Schorfbefall im Jahr 2004 bei 65,50 % befallener Blätter und im Jahr 2005 bei 80,90 % deutlich höher als in den Varianten. Die Variante mit Cuprozin WP zeigte im Jahr 2004 einen Schorfbefall von 12,50 % und im Jahr 2005 24,30 % auf. Der niedrigste Befall der beiden Versuchsjahre wurde in der Variante mit Cuprozin flüssig mit 3,10 % im Jahr 2004 und 11,90 % im Jahr 2005 ermittelt (Abb.2).

Hieraus ergibt sich im Mittel der beiden Versuchsjahre bei der Variante mit Cuprozin flüssig ein Wirkungsgrad von 89,75 % und bei der Variante mit Cuprozin WP ein Wirkungsgrad von 74,86 %.

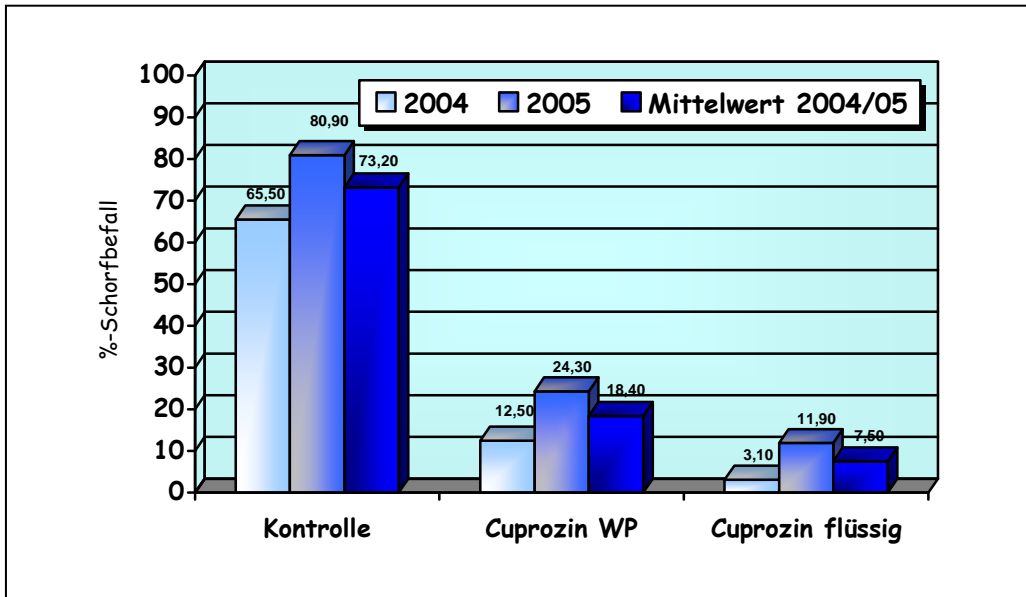


Abb. 2: Schorfbefall an den Blättern der Langtriebe 2004-2005

### Fruchtschorfbefall

Auch bei Fruchtschorfbefall können die Tendenzen der Blattschorfbonituren übertragen werden. In der Kontrolle wurde über beide Versuchsjahre mit 99,34% Fruchtschorfbefall im Jahr 2004 und 98,71 % Fruchtschorfbefall im Jahr 2005 ein deutlich höherer Befall als in den Varianten ermittelt. Auch bei Fruchtschorfbefall wies die Variante mit Cuprozin flüssig mit 7,69 % Befall in 2004 und 29,59 % Befall in 2005 den niedrigsten Befall auf. Bei der Variante mit Cuprozin WG lag der Fruchtschorfbefall im Jahr 2004 bei 15,52 % und im Jahr 2005 bei 36,07 % (Abb.3).

Die hieraus errechneten Mittelwerte der Wirkungsgrade ergeben bei der Variante mit Cuprozin flüssig einen Wirkungsgrad von 81,12 % und bei der Variante mit Cuprozin WP einen Wirkungsgrad von 73,86 %. Die etwas niedrigeren Wirkungsgrade beim Fruchtschorf sind in dem Behandlungszeitraum begründet. Ab Mitte Juli zum Zeitpunkt des Triebabschlusses wurden keine Applikationen mehr durchgeführt, sodass die Früchte ab diesem Zeitpunkt ungeschützt für Spätschorfinfektionen waren.

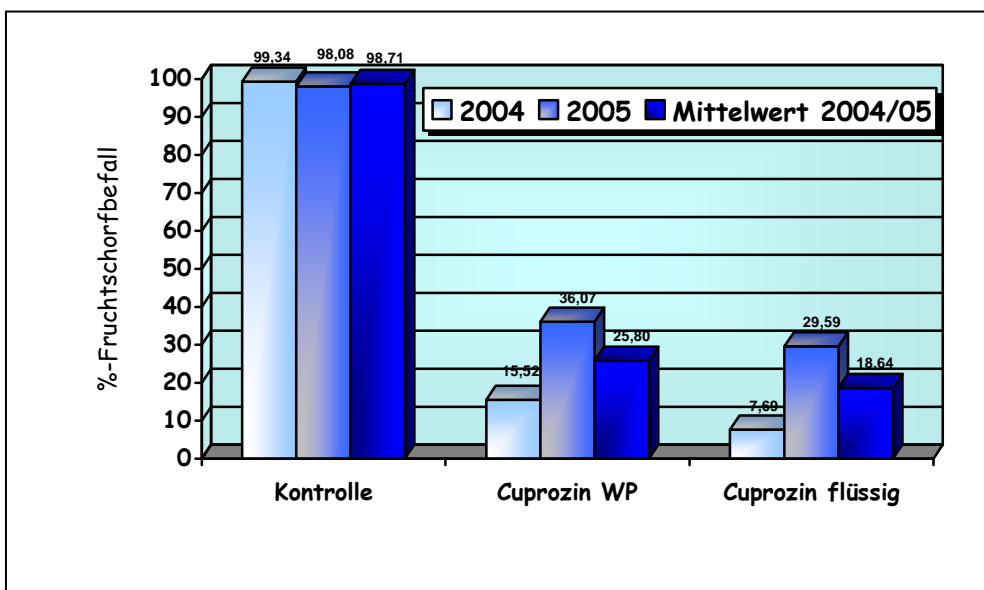


Abb. 3: Fruchtschorfbefall 2004-2005

## Schlussfolgerungen und Diskussion

Die Bekämpfung des Apfelschorfes im ökologischen Obstbau ist ohne Kupferpräparate zurzeit nicht möglich, wie viele Versuche in der Vergangenheit zeigten. Die Entwicklung einer sicheren Schorfbekämpfungsstrategie mit verringerter Kupferaufwandmenge ist wünschenswert. Hierzu ist es notwendig die Parameter der einzelnen Alternativen genau zu erarbeiten. Wie die Versuchsergebnisse zeigen, kann durch die Wahl von unterschiedlich formulierten Kupferpräparaten auf Basis von Kupferhydroxid bereits ein besserer Wirkungsgrad erzielt werden. Im Jahr 2008 soll im Rahmen eines von der Föko e.V. initiierten Ringversuches in der Praxis getestet werden, inwiefern die Gesamtaufwandmenge von Kupfer pro Hektar und Jahr durch Cuprozin flüssig reduziert werden kann. Weiterhin könnten neue Ansätze zur Reduzierung der Kupferaufwandmenge durch eine neue Generation von Kupferpräparaten (geringerer Kupfergehalt), mit denen am KoGa Ahrweiler bereits erste Versuche durchgeführt worden sind, entwickelt werden.

Hierzu besteht weiterhin Forschungsbedarf, wobei neben der Fragestellung der Reduzierung der Kupferaufwandmenge auch Alternativen zum Kupfer abgeklärt werden müssen. Diese könnten in Einzelfällen je nach Witterungsbedingungen auch zur Reduktion von Netzschwefel während der Sekundärschorfperiode beitragen.

Alternativprodukte auf der Basis von Kaliumbicarbonat (z. B. VitiSan, Armicarb) erzielen in ersten Freilandversuchen interessante Ergebnisse und sollten weiter untersucht werden. Aber auch Pflanzenextrakte, wie z. B. die aus der Yuccapalme oder dem Seifenrindenbaum gewonnenen saponinhaltigen Extrakte, die bei der Prüfung der keimhemmenden Wirkung auf die Schorfkonidien im Labor Wirkungsgrade bis zu 100 % erzielten (Kollar, Pfeiffer, 2003), sollten auf ihre Wirkung gegen den Apfelschorf auch unter Freilandbedingungen getestet und optimiert werden.

Hierzu ist seitens des BLE im Rahmen Bundesprogramm Ökologischer Landbau ein Projekt bewilligt worden, in dem die Erarbeitung einer Strategie zur Reduzierung des Kupfereinsatzes bei der Apfelschorfbekämpfung im ökologischen Obstbau erarbeitet werden soll.

Ziel des Projektes ist eine Reduktion der Kupfermenge, die pro Hektar und Jahr von ökologisch wirtschaftenden Obstbauern ausgebracht wird.

## Literatur

Kelderer, M.; Casera, C.; Lardschneider, E. (1997): Schorfbekämpfung: Verschiedene Kupferformulierungen – Alternativen zum Kupfer – gezielte Behandlungen. Tagungsband zum 8. Internationalen Erfahrungsaustausch über Forschungsergebnisse zum ökologischen Obstbau. Fördergemeinschaft Ökologischer Obstbau e.V. 9-14.

Kollar, A.; Pfeiffer, B. (2003): Untersuchungen zum Einsatz alternativer Stoffe zur Regulierung des Apfelschorfes. Abschlussbericht zum Forschungsprojekt Nr.: 02OE109.

## **Kupferminimierungsstrategien im ökologischen Kartoffelbau -Versuche 2002 bis 2007 Einfluss von Mitteleinsatz, Prognose und Nährstoffversorgung**

Christian Bruns, Elmar Schulte-Geldermann, Frank Hayer, Maria R. Finckh  
Universität Kassel, Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften  
Nordbahnhofstr. 1a, 37213 Witzenhausen, bruns@wiz.uni-kassel.de

### **Einleitung**

Die Kontrolle von *Phytophthora infestans* stellt für den ökologisch wirtschaftenden Kartoffelanbauer stets eine Herausforderung dar. Zur direkten Befallskontrolle stehen nach wie vor nur Kupfermittel zur Verfügung, was jedoch jüngst in der Haltung der Benehmensbehörden und seitens der Europäischen Union zu neuen kritischen Diskussionen Anlass gab. Während im ökologischen Anbau Kupferapplikationen bis 6 kg pro ha und Jahr nach EU-Verordnung zulässig sind, liegen die Obergrenzen in der Schweiz bei 4 kg und in Deutschland für die meisten Anbauverbände bei 3 kg. Beim Demeterverband bzw. in den Niederlanden und Skandinavien ist der Kupfereinsatz vollständig verboten. Aufgrund der Toxizität und der mangelnden Übereinstimmung mit den Grundsätzen des ökologischen Anbaus wird der Kupfereinsatz zur Bekämpfung von *Phytophthora infestans* und zur Bekämpfung anderer Krankheiten allgemein und im ökologischen Anbau im Besonderen von der Öffentlichkeit sehr kritisch betrachtet.

In den letzten Jahren ergaben detaillierte Ertrags-Verlust-Analysen unserer Arbeitsgruppe zu Daten aus dem ökologischen Kartoffelbau, dass der Befall mit *P. infestans* nur rund 30 % der Ertragsvariationen erklären kann. In weitergehenden – bisher nur teilweise veröffentlichten – multivariaten Analysen wurde gezeigt, dass dagegen 85 % der Ertragsvariationen durch die N-Ernährung (N-Angebot und N-Aufnahme) erklärt werden können (Hayer, et al. 2007). Dabei nimmt die N-Aufnahme den stärksten Einfluss für die Modelle ein. Dies ist für die Etablierung von Kontrollstrategien und damit auch zur Frage eines angemessenen Einsatzes von Kupfer entscheidend. Gemeinhin wird der Ertragswirkung von *P. infestans* im ökologischen Kartoffelanbau generell eine hohe Bedeutung zugemessen. Dagegen belegen aber einige Arbeiten, dass neben dem Einfluss der Krankheit, eine Vielzahl von Faktoren und deren Interaktionen eine Rolle spielen wie die Sortenwahl (z. B. Sorten mit hohem, frühen Knollenansatz) und die Ernährung mit Stickstoff (Nährstoffangebot und –aufnahme zu relevanten Zeitpunkten) oder das Vorkeimen, die die Ertragsvariationen erklären können (Finckh et al., 2006; Möller et al., 2006; Möller und Reents, 2007, Haase et al., 2007).

Ziel unseres Beitrages soll ein Überblick über Ergebnisse von Experimenten der Uni Kassel in den Jahren 2002-2007 sein, die die Komponenten Mitteloptimierung, Anwendung von Prognoseverfahren und Ernährung kombiniert haben. Dazu wurden neue Versuchsmittel der Fa Spieß Urania mit Cuprozin flüssig verglichen, zur Prognose und Applikationsoptimierung das Schweizer Verfahren BioPhytoPRE angewendet (Musa und Forrer, 2005) und Verfahren der Reihenapplikation von N-Düngern genutzt.

### **Material und Methoden**

Da ein Großteil der Ergebnisse der Experimente veröffentlicht ist, werden in einem Überblick nur die wichtigsten Informationen angegeben.

Während der Zeit von 2002 bis 2007 erfolgten die Versuche auf den gleichen Standorten (Schläge Teilanger und Meyerbreite, Versuchsbetrieb Neu-Eichenberg/Hebenshausen; 70 – 80 BP; 8.5° C; 650mm Niederschlag); bei den hier behandelten Versuchen wurde die Sorte Nicola verwendet. Die Versuche enthielten meist mehrere Dünge­stufen in Form unterschiedlicher Fruchtfolgestellungen der Kartoffel nach Klee­gras oder unterschiedlicher Dünge­stufen von N-

Düngern, die in Form von Reihenapplikation als Unterfußdüngung vorgenommen wurden (150, 75 und 40 kg N ha<sup>-1</sup>). Im Versuch des Jahres 2006 stand die Kartoffel nur nach Klee-gras. 2002-2004 stand die Kartoffel gestaffelt im ersten Jahr bzw. im 2. Jahr nach Klee-gras (Vorfrucht Winterweizen) bzw. in 2004 noch nach Hafer im 3. Jahr nach Klee-gras (Finckh et al., 2006); verglichen wurde die Behandlung mit Kupfer in Form von Cuprozin flüssig mit 500g Cu / Applikation und Gesamtmengen von 1,5 (2003 und 2004) bis 2 kg Cu (2002). Im Jahr 2004 und 2005 wurde das Versuchsmittel SPU 1010 mit 157g Cu / Applikation (insgesamt 1.1 kg Cu bei 7 Anwendungen) und in den Jahren 2006-2007 das Versuchsmittel SPU 2690 mit 200g Cu / Applikation (insgesamt 1kg Cu 2006, 2kg Cu 2007) in 500 l Wasser / ha verwendet.

Das von unserer Arbeitsgruppe verwendete Prognosemodell BioPhytoPre des Agroscope Reckenholz / Tänikon (Schweiz) (Musa und Forrer, 2005) basiert auf einer regionalen Klima- und Wetterbedingten Prognose des Infektionsrisikos durch *P. infestans* (Hauptinfektions- und Sporulationsperioden (HISP), mindestens 6 h Niederschlag > 1mm, Minimal 6 h kontinuierlich rel. Luftfeuchtigkeit > 90%, Tagesmittel-Temperatur > 10° C). Die Empfehlung berücksichtigt darüberhinaus regionale Befallsmeldungen, die Sortenanfälligkeit, das Entwicklungsstadium, den aktuellen Schutz (Dauer des Schutzes aufgrund des Abstandes zur letzten Behandlung) und die ausgebrachte Reinkupfermenge.

Um den Zusammenhang zwischen Ertragsbildung und Befallsgeschehen besser zu verstehen, wurden mehrfach auch Zeiternten an bis zu drei Terminen durchgeführt (75, 85 und 95 Tage nach Pflanzung).

Grundsätzlich wurde der Befallsverlauf ab Befallsbeginn in einem 2-3tägigen Abstand bis zum Absterben der Bestände nach der Boniturskala von James (1971) bewertet. Der Befallsverlauf wurde über die Saison als Fläche unter der Befallskurve zusammengefasst und dieser Parameter genutzt, um mit Hilfe multipler Regressionsverfahren die Ertrags-Verlustbeziehungen zu ermitteln.

## **Ausgewählte Ergebnisse und Diskussion**

### **Befallsverläufe, Einfluss von Mitteln und Prognose**

Zwischen 2002 bis 2007 schwankte der Befallsbeginn zwischen 18.6. (2007) und 18.7. (2006) und verlief im Mittel über einen Zeitraum von 4 – 6 Wochen bis zum Absterben der Bestände. Die Befallsverläufe der Jahre 2006 und 2007 stellen die Extremfälle eines sehr späten und langsamen Verlaufes der Krankheit bzw. eines sehr frühen Befallsbeginns dar. In der Mehrzahl der Fälle lag der Befallsbeginn aber durchschnittlich am 11.7 und eine Befallsstärke von 50% wurde nach 21 Tagen erreicht (Abb.1).

Abb. 2 zeigt den Befallsverlauf im Jahr 2005 von mit Kupfer (SPU 1010) behandelten Beständen in einer ungedüngten und mit 150 kg N/ha (Reihenapplikation) gedüngten Variante. Die Behandlungen begannen zum Auftreten der ersten Spuren der Krankheit im Bestand am 5. Juli und erstreckten sich in in der Saison auf 7 weiteren Behandlungen (157g Cu /Applikation), die auf Basis der o. g. Merkmale des Prognoseverfahrens und der wetterbedingten Angabe der Befallsprognose angewendet wurden. Neben der klaren Wirkung der Kupferbehandlung wurde deutlich, dass zwischen dem Verlauf der gedüngten und ungedüngten Variante in der Kontrolle keine Unterschiede zu verzeichnen waren, während in beiden Kupfervarianten der Einfluss der Düngung deutlich wurde, die sich in Form einer einerseits besseren Bestandsentwicklung und andererseits in einem höheren Befall aufgrund des Kleinklimas bemerkbar machte. Die Behandlung der Bestände fiel zwar in die Phase der Hauptertragsentwicklung, aber 97 Tage nach der Pflanzung war schon etwa 85 % des Endertrages erreicht (siehe Abb. 2, orange Pfeile kennzeichnen die Zeitpunkte und Abb. 3).

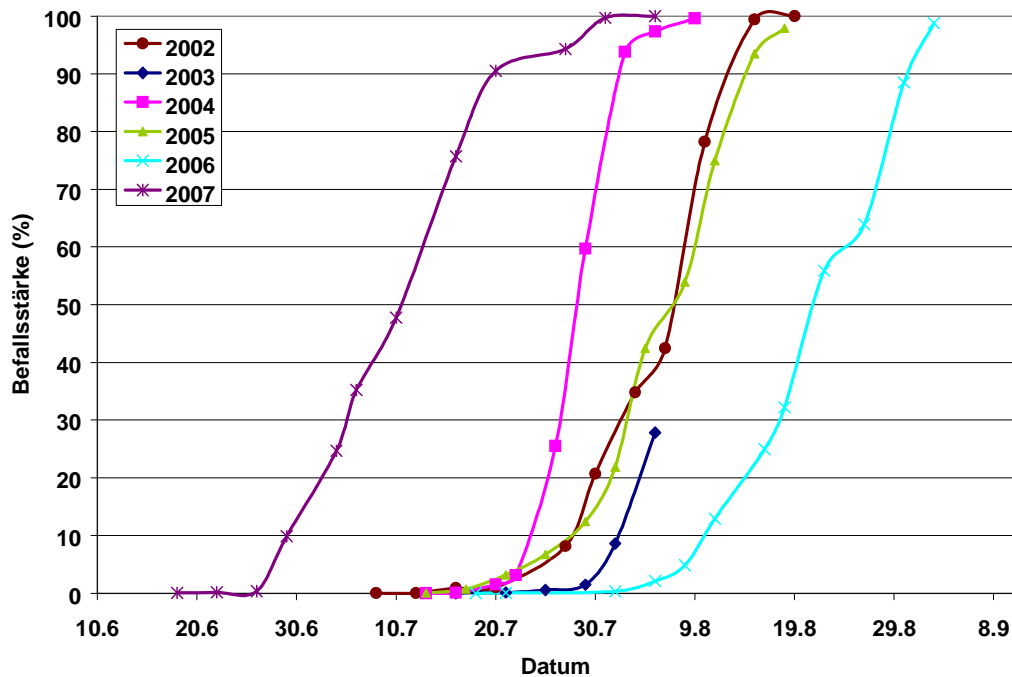


Abb. 1: Befallsverlauf von *P. infestans* in Kartoffeln in den Jahren 2002 bis 2007 am Standort Hebenshausen / Neu Eichenberg; alle Kurven repräsentieren Varianten ohne Behandlungen

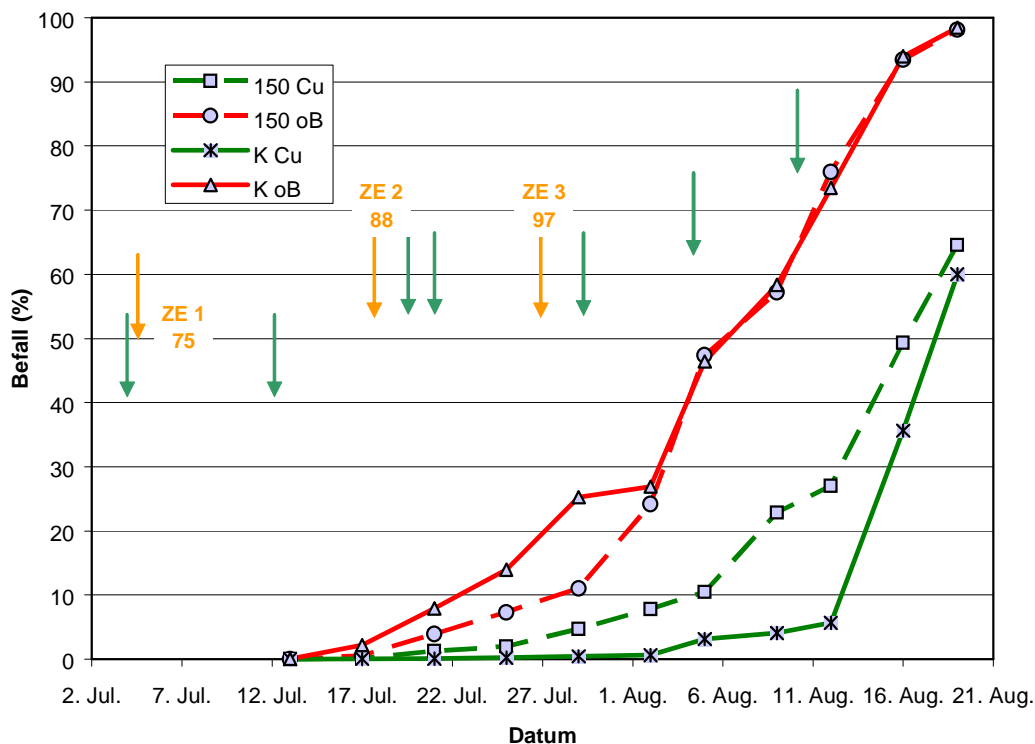


Abb. 2: Befallsverlauf von *P. infestans* im Jahr 2005 in Abhängigkeit von Düngung (ohne und mit 150 kg N (BioFeed Basis als Reihenapplikation) und Kupferbehandlung (SPU 1010, 157 g Cu/ Applikation, grüne Pfeile); orange Pfeile zeigen die Anzahl Tage nach Pflanzung und Zeitpunkte der Erhebungen zur Ertragsdynamik

Vergleicht man die beiden Kurven des Ertragsverlaufes in Abhängigkeit von Düngung und Kupferbehandlung, so zeigte sich (Abb. 3), dass die Düngung infolge des verbesserten Knollenansatzes und Ertragsbildung einen deutlich höherer Einfluss auf den Ertrag hatte als die Kupferbehandlung. Im Mittel über verschiedene Düngungsstufen und –behandlungen (hier nicht alle gezeigt) konnte zwar auch in diesem Versuch eine signifikante Befallsverminderung durch Kupfer von 58 % ermittelt werden, die Ertragswirkung lag aufgrund des Befallsverlaufes und Ertragsdynamik im Mittel bei 11 % (siehe Abb. 4a und 4b). Vergleicht man die Befallsverminderung zu den Jahren vor Anwendung des Prognoseverfahrens, so zeigte sich eine deutliche Steigerung in der Effizienz der Mittel, die auch gerade durch die guten Erfolge im Jahr 2007 mit dem sehr frühen Befall bei einem relativ geringen Aufwand an 2 kg Cu noch unterstrichen wird. In den übrigen Jahren lag der Aufwand bei 1 bis 1,5 kg (Abb. 4a). Die Ertragswirkung der Kupferbehandlung (und Prognose) lagen in den Jahren 2002 bis 2006 zwischen 8 bis 26 % während im Jahr 2007 aufgrund des frühen Befalls die Ertragswirkung bei 96 % lag (Abb. 4 b). Insgesamt trug die Kombination aus der Anwendung des Vorhersagemodells und Kupfer sowohl zu einer Effizienzsteigerung des Kupfereinsatzes als auch zu einer deutlichen Verringerung der Aufwandmengen bei.

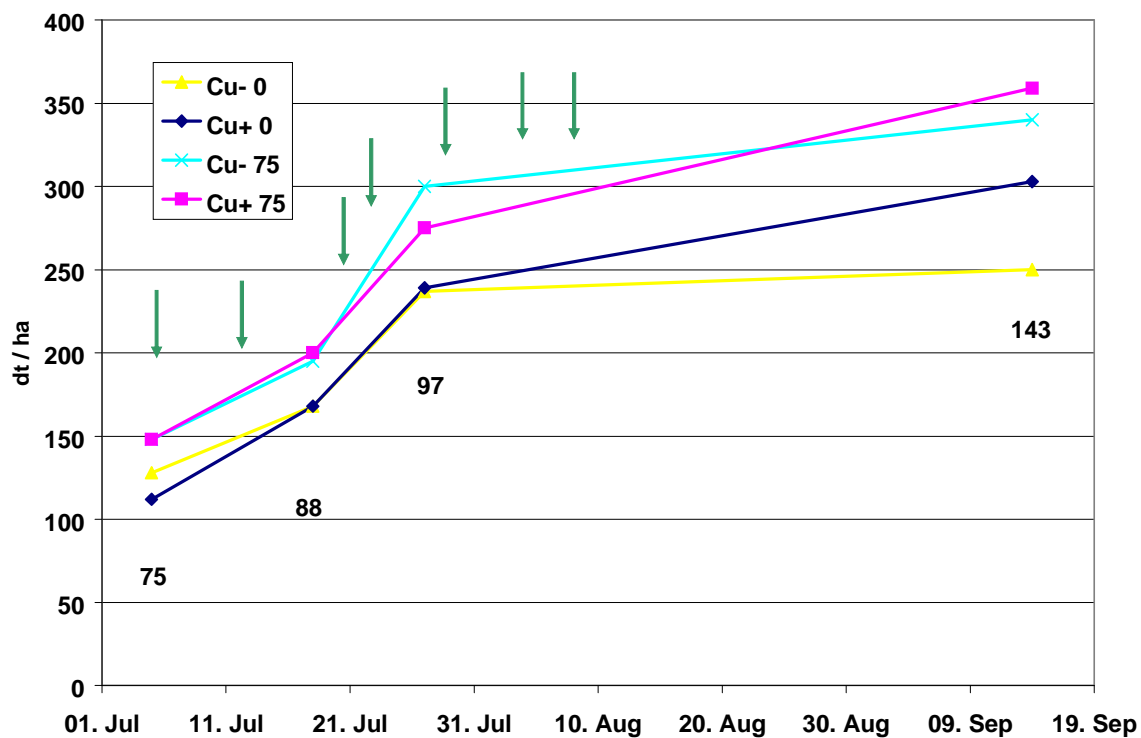
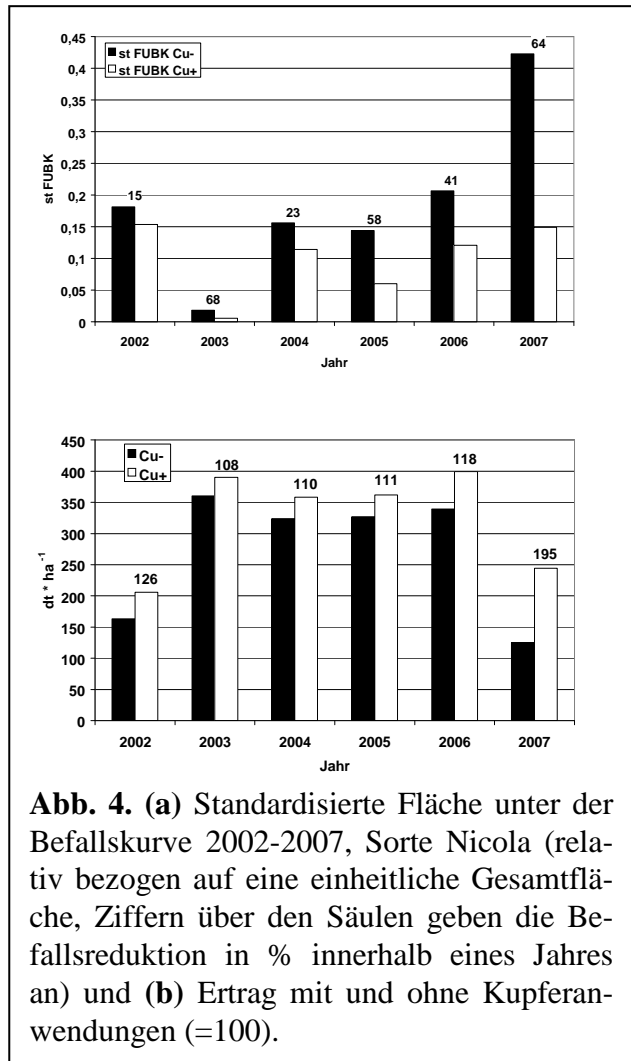
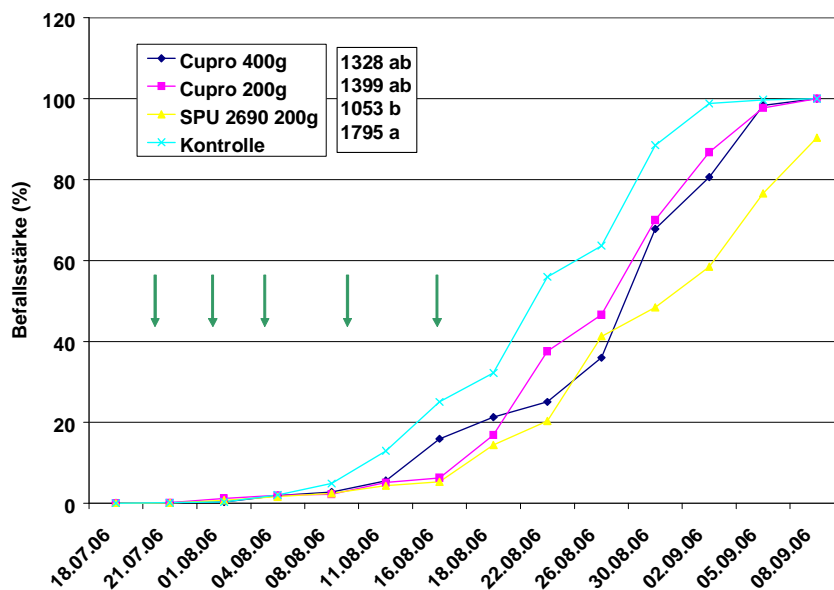


Abb. 3: Ertragsdynamik von Kartoffeln (Sorte Nicola) im Jahr 2005 zum 75., 88. und 97. Tag nach Pflanzung sowie Endertrag nach 143 Tagen in Abhängigkeit von Düngung (ohne und mit 75 kg N mit BioFeed Basis als Reihenapplikation) und Kupferbehandlung (SPU 1010, 157 g Cu/Applikation, grüne Pfeile);

Nicht allein die hohe Anwendungsfrequenz von Kupfermitteln aufgrund des Prognoseverfahrens sondern auch die Effizienzsteigerung der Mittel bei gleichzeitiger Verringerung des Wirkstoffeinsatzes führen zu einer Minimierung des Kupferaufwandes und bergen sicherlich weitere Potentiale wie sich anhand der Ergebnisse aus dem Jahr 2006 darstellen lässt. So konnte im Jahr 2006 mit 1kg Cu des Versuchspräparates SPU 2690 bereits mit der Hälfte des als Referenzprodukt eingesetzten Cuprozin® flüssig eine signifikante Verbesserung des Bekämpfungserfolges erzielt werden (Abb. 5). Aber auch bereits die Applikationsmenge von 200 g Cu ha<sup>-1</sup> und Applikation mit Cuprozin flüssig weist auf die hohe Bedeutung des Prognoseverfahrens in Bezug auf das Minimierungspotential hin. Bei optimiertem Einsatz ließ sich die Menge an Cuprozin auf die Hälfte senken. Die Effizienzsteigerung durch das Versuchsmittel führte zusätzlich zu einer verbesserten Befallsverminderung. Eine Ertragsteigerung wurde damit zwar auch erreicht, aber aufgrund des Befallsverlaufes im Jahr 2006 (sehr spät) war diese nicht signifikant.



**Abb. 4.** (a) Standardisierte Fläche unter der Befallskurve 2002-2007, Sorte Nicola (relativ bezogen auf eine einheitliche Gesamtfläche, Ziffern über den Säulen geben die Befallsreduktion in % innerhalb eines Jahres an) und (b) Ertrag mit und ohne Kupferanwendungen (=100).



**Abb. 5:** Befallsverlauf von *P. infestans* im Jahr 2006 in Abhängigkeit von der Behandlung mit Cuprozin flüssig in 2 Aufwandmengen und dem Versuchsmittel SPU 2690 (grüne Pfeile) Kasten mit Ziffern stellt die Fläche unter der Befallskurve der Behandlungen dar; unterschiedliche Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede (Bonferroni, p < 0,05)



Das Jahr 2007 mit seinem sehr frühen und schnellen Befallsbeginn und -verlauf stellt zwar ein extremes Beispiel dar, ist aber auch ein gutes Beispiel für die Kombination von Prognose und Mitteleffizienz (Abb. 6). Nach einer 10maligen Behandlung mit SPU 2690 (Gesamtaufwand 2kg Cu) bei Anwendung des Prognoseverfahrens wurden eine Befallsverminderung von 64 % und eine Ertragssteigerung von 96 % erzielt. Einschränkend muss aber darauf hingewiesen werden, dass aufgrund der widrigen Witterungsbedingungen im Jahr 2007 an die Grenze der Befahrbarkeit der Flächen gegangen wurde, was ggf. nicht mehr den Praxisbedingungen entsprach.

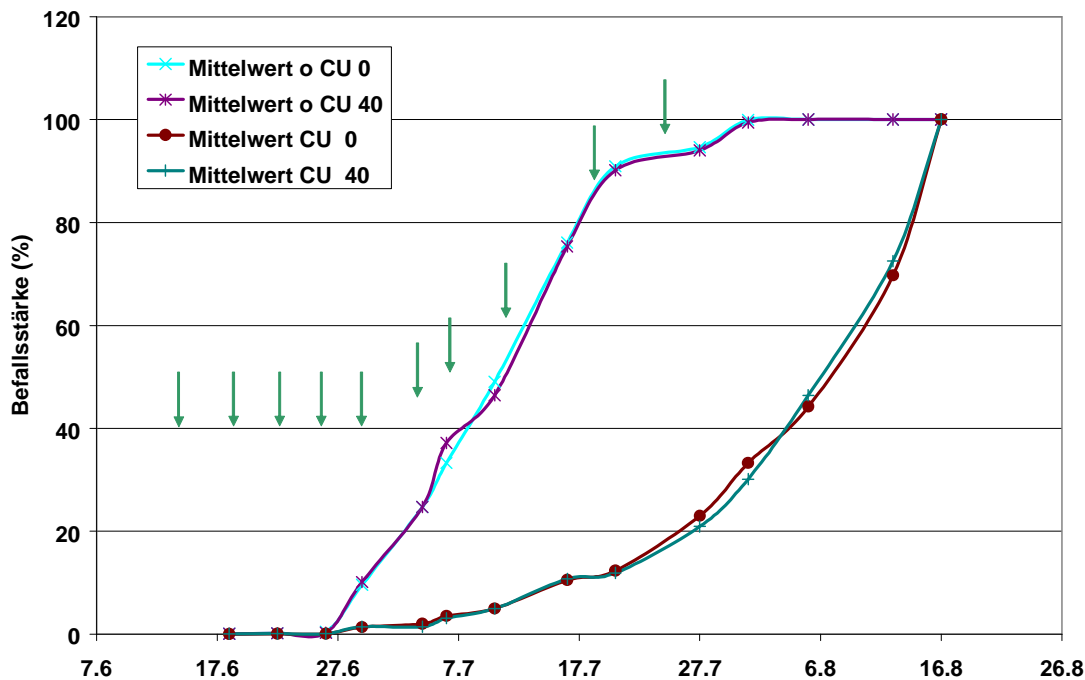


Abb. 6: Befallsverlauf von *Phytophthora infestans* in Kartoffeln (Sorte Nicola) im Jahr 2007 in Abhängigkeit von der Behandlung mit dem Versuchsmittel SPU 2690 (grüne Pfeile) und einer Düngung (ohne und mit 40 kg N mit BioFeed Basis als Reihenapplikation)

#### Ertragsrelevanz und Nährstoffversorgung

Die oben genannten Einflüsse der Nährstoffversorgung der Kartoffelbestände (siehe Abb. 3) sowie die Bedeutung der Ertragsrelevanz von *P. infestans* ist von unserer Arbeitsgruppe sowie von anderen Autoren mehrfach klar gezeigt worden (Bruns et al., 2007; Finckh et al., 2006). Daher soll hier auf dieses Thema nur kurz eingegangen werden. Jedoch ist dies im Gesamtzusammenhang der Diskussion zur Kupferminimierung im ökologischen Kartoffelbau von großer Bedeutung.

Tabelle 1 zeigt einfache lineare Regressionen zur Beziehung zwischen Ertrag und Fläche unter der Befallskurve aus Versuchen des Jahres 2000 bis 2004. Nur in sieben von 13 Fällen war der Zusammenhang statistisch signifikant. Die  $R^2$  Werte der signifikanten Regressionen geben jeweils an, welcher Anteil der beobachteten Ertragsvariation durch den Befall erklärt werden kann. Dieser Anteil schwankte zwischen 19 und 48 %. Das heißt, neben dem Befall mit *Phytophthora* spielten andere Faktoren eine insgesamt wichtigere Rolle.

Zeiternten ähnlich wie in Abb. 3 in unseren Versuchen zeigten, dass die Ertragsbildung häufig bereits Ende Juli abgeschlossen ist, also zu einem Zeitpunkt, an dem der Befall durch *Phytophthora* meist erst ertragsrelevant wurde (>50-60 % Befallsstärke). Aus diesem Grund werden etwaige Befallsverminderungen durch Kupferapplikationen auch nicht immer in Mehrerträge übersetzt. Ein Vergleich der Ertragsdaten zwischen den Kontrollen (0 % Befallsredukti-

on) und den behandelten Varianten zeigte, dass je nach Jahr und Ort Befallsreduktionen durch Kupferapplikationen nur moderate Auswirkungen auf den Ertrag hatten und z. T. auch in den Kontrollen Höchstertträge erzielt wurden.

**Tabelle 1.** Einfluss des Befalls mit *Phytophthora infestans* (Fläche unter der Befallskurve) auf den Gesamtertrag verschiedener Kartoffelsorten (Daten von Finckh et al., 2006, Bouws und Finckh, 2008).

Sorte	Jahr	Ertrag (t/ha) <sup>a</sup>	m <sup>b</sup>	R <sup>2c</sup>
Secura	2000	31	-0,06	0,20 *
Simone	2000	33	-0,19	0,23 *
Linda	2001	30	-0,06	0,24 *
Agria	2001	36	-0,09	0,19 *
Linda	2002	16	-	NS
Agria	2002	20	-	NS
Nicola	2004	30	-	NS
Nicola	2004	37	-0,01	0,33 *
Nicola	2004	26	-0,01	0,30 *
Nicola	2004	29	-0,01	0,48 *
Nicola	2004	35	-	NS
Nicola	2004	31	-	NS
Nicola	2004	23	-	NS

<sup>a</sup>Gesamtertrag

<sup>b</sup>Steigung der Regressionsgerade: Pro Einheit Zunahme der Fläche unter der Befallskurve nimmt der Ertrag entsprechend in t/ha zu oder ab.

<sup>c</sup>Bestimmtheitsmaß R<sup>2</sup>: Dieses Maß gibt an, wie hoch der Anteil der beobachteten Variation im Ertrag war, der durch die Fläche unter der Befallskurve erklärt werden konnte.

Im Rahmen von multiplen Regressionsanalysen wurden die Zusammenhänge zwischen Befall und Stickstoffversorgung sowie Klimadaten für die Sorte Nicola in den Experimenten von 2002-2004 genauer untersucht. Letztendlich erwiesen sich Parameter wie das Angebot des Boden-N 10 Tage nach Auflauf, die Temperatursumme von der Pflanzung bis 60% Befall, die Wachstumsdauer bis 60% Befall und die prozentuale Befallsreduktion durch Kupfer als besonders wichtig in ihrem Einfluss auf den Ertrag. Damit konnten 61% der beobachteten Ertragsvariation erklärt werden (Finckh et al., 2006). Wurde zusätzlich auch die N-Aufnahme der Bestände in der Ertragsbildungsphase gemessen, war es möglich, die Erträge noch weitaus genauer und auch ohne Jahreseffekte mit einem Bestimmtheitsmaß von R<sup>2</sup>=0.86 zu berechnen (Hayer et al., 2007). Dies bestätigt weitgehend die Ergebnisse von Möller et al. (2006) aus Süddeutschland. Die Ergebnisse belegen, dass ohne Einbezug der Nährstoffversorgung und Dynamik eine Einschätzung der Ertragsrelevanz von *Phytophthora* nicht möglich ist.

### Schlussfolgerungen

Unsere Ergebnisse zeigten das hohe Potential, dass im ökologischen Kartoffelbau für die Einschränkungen des Kupfereinsatzes bei konsequenter Kombination der pflanzenbaulich zu Verfügung stehenden Maßnahmen, der Anwendung effizienter Mittel sowie von Prognoseverfahren zur Verfügung stehen. Der mengenmäßig und zeitlich optimierte Einsatz von Kupfer verbessert die Ertragssituation nur in Extremsituationen; entscheidender sind das Nährstoffangebot und die Nährstoffaufnahme der Bestände. Alle präventiven Maßnahmen zu einer schnellen Jugendentwicklung der Bestände vermeiden unnötigen Einsatz von Kupfer. Eine konsequente Anwendung von Prognoseverfahren, die die Hauptbefallsperioden vorhersagen, ist ein wichtiger Bestandteil der Kupferminimierungsstrategien. Jedoch fehlen in den Prognosemodellen Informationen, die schlagspezifische Details berücksichtigen. So sollten neben der Klimasituati-

on und der genaue Beobachtung der Befallsituation, die Sortenwahl, das N-Angebot und die N-Aufnahme, Knollenentwicklung und die Wirkungsdauer von Cu-Mitteln verstärkt zur Bemessung des Kupfereinsatzes einbezogen werden, um den spezifischen Bedingungen des Ökologischen Landbaus gerechter werden zu können. Bereits heute aber ist es aufgrund der Datenlage möglich eine deutliche Einschränkung des Kupfereinsatzes auf 1 bis max. 1,5 kg Kupfer zu diskutieren.

### Literatur

- Bouws, H. & Finckh, M. R. (2008). Effects of strip-intercropping of potatoes with non-hosts on late blight severity and tuber yield. *Plant Pathology*, *in press*.
- Bruns, C., Schulte-Geldermann, E., Hayer, F. & Finckh, M. R. (2007). Kupferminimierungsstrategien zu Kontrolle von *Phytophthora infestans* vor dem Hintergrund von Befallsprognose und der Nährstoffversorgung von Kartoffeln. In Kühne et al. (Hrsg.) Pflanzenschutz im Ökologischen Landbau – Probleme und Lösungsansätze – 12. Fachgespräch. Anwendung von Pflanzenschutzmitteln und innovativer Verfahren im Ökologischen Landbau neue Wirkstoffe und Applikationstechnik. Berichte aus der BBA, Heft 141. Braunschweig 2007
- Finckh, M. R., Schulte-Geldermann, E., & Bruns, C. (2006). Challenges to organic potato farming: Disease and nutrient management. *Potato Research*, *42*, 28-37.
- Finckh, M. R., Schulte-Geldermann, E., Musa, T., Forrer, H. R., & Bruns, C. (2007). Einfluss von *Phytophthora infestans* auf den Kartoffelertrag in Abhängigkeit von der Nährstoffversorgung und optimierten Kupferapplikationen. *Beiträge zur 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau*, 20.-23. März 2007. 353-356. Hohenheim: Universität Hohenheim.
- Haase, T., Schüler, C., Piepho, H. P., Thöni, H. P und J. Heß (2007): The effect of preceding crop and presprouting on crop growth, N uptake and tuber yield of organic maincrop potatoes for processing. *Journal of Agronomy and Crop Science* 193:270-291
- Hayer, F., Benz, J., Finckh, M. R., Schulte-Geldermann, E., & Bruns, C. (2007). Effects of *Phytophthora infestans* on potato yield in organic farming as influenced by nutrient status. *Proceedings of the XVI International Plant Protection Congress, 15-18 October 2007, Glasgow, UK* 124-125. Hampshire, UK: The British Crop Protection Council.
- James, C. (1971): A Manual of Assessment Keys for Plant Diseases. Canada Department of Agriculture, Publication No. 1458
- Möller, K., Habermeyer, J., Zinkernagel, V., & Reents, H.-J. (2006). Impact and interaction of Nitrogen and *Phytophthora infestans* as yield-limiting and yield-reducing factors in organic potato (*Solanum tuberosum* L.) crops. *Potato Research*, *49*, 281-301.
- Möller, K. & Reents, H.-J. (2007). Impact of agronomic strategies (seed tuber pre-sprouting, cultivar choice) to control late blight (*Phytophthora infestans*) on tuber growth and yield in organic potato (*Solanum tuberosum* L.) crops. *Potato Research*, *on-line first*: [DOI: 10.1007/s11540-007-9026-5](https://doi.org/10.1007/s11540-007-9026-5).
- Musa, T. M. & Forrer, H.-R. (2005). Bio-PhytoPRE - ein Warn- und Prognosesystem zur Bekämpfung der Kraut und Knollenfäule im ökologischen Kartoffelanbau in der Schweiz [Bio-PhytoPRE – a decision support system for late blight control in organic potato production in Switzerland]. Ende der Nische, Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau. 1.3-4.3.2005 Kassel, Germany: Kassel University Press.

## Cueva – Kupferoktanoat: Ein innovativer Kupferwirkstoff für die Kupferminimierungsstrategie in der Praxis

Andreas Prokop, Holger Passon

W. Neudorff GmbH KG, An der Mühle 3, 31860 Emmerthal

a.prokop@neudorff.de, h.passon@neudorff.de

### Cueva

#### Technische Daten

➤ Wirkstoff	Kupferoktanoat
➤ Formulierungstyp	flüssig
➤ Wirkstoffgehalt	10 % Kupferoktanoat
➤ Kupfergehalt rein im Wirkstoff	18 %



### Cueva

#### Carbonsäuren (organische Säuren)

Ameisensäure	$C_1H_2O_2$
Essigsäure	$C_2H_4O_2$
Propionsäure	$C_3H_6O_2$
Buttersäure	$C_4H_8O_2$
Pentansäure	$C_5H_{10}O_2$
Hexansäure	$C_6H_{12}O_2$
Heptansäure	$C_7H_{14}O_2$
<b>Octansäure</b>	<b><math>C_8H_{16}O_2</math></b>
Nonansäure/Pelargonsäure	$C_9H_{20}O_2$
Decansäure	$C_{10}H_{20}O_2$



# Cueva

## Zulassungen

Kultur	Indikation	Zugelassene Aufwandmenge/ha	Anwendungshäufigkeit	Reinkupfermenge/ha / Behandlung
<b>Weinbau</b>				
Kelter- und Tafeltrauben	Echter Mehltau (Uncinula necator)	Basisaufwand: 4 l/ha;	max. 10 Anwendungen	72 g - 288 g
	Falscher Mehltau (Plasmopora viticola)	ES 61: 8 l/ha ES 71: 12 l/ha ES 75: 16 l/ha.		
<b>Ackerbau</b>				
Kartoffeln	Kraut- und Knollenfäule (Phytophthora infestans)	8 l/ha	max. 10 Anwendungen	144 g
<b>Gemüsebau</b>				
Tomaten	Kraut- und Braunfäule (Phytophthora infestans)	bei Pflanzengröße <50 cm 13,5 l/ha 50-125 cm 18 l/ha, >125 cm: 22,5 l/ha	max. 12 Anwendungen	243 - 405 g
<b>Obstbau</b>				
Apfel	Schorf ( Venturia spp.)	10 l/ha und m Kronenhöhe	max. 3 Anwendungen	360 g



# Cueva

## Organischer Landbau

**OMRI Listed**  
Organic Materials Review Institute  
Box 11558 • Eugene, OR 97440-3758 USA  
541-343-7600 • Fax: 541-343-8971  
info@omri.org • www.omri.org

OMRI has reviewed the following material based on the OMRI Generic Materials List, the OMRI Operating Manual for Review of Grand Name Products, and documentation provided by the manufacturer or distributor to support the product application.

**Product Name**  
Cueva Fungicide Concentrate

**OMRI Status\***      **OMRI Product Nr.**  
Registered                      wng-1172

**OMRI Generic Category\***  
copper products, crop protection

**OMRI Class\***  
Disease control (D)

**Supplier**  
W. Neudorff GmbH KG  
Cameron Wilson  
10555 West Saasach Rd, Sidney, BC V8L 5L6  
voice 250-456-5592, fax 250-456-5233,  
cs@neudorff.ca, www.neudorff.de

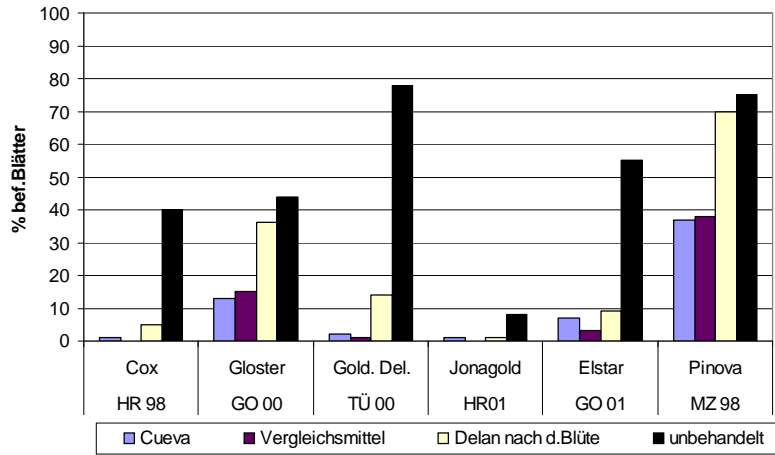
**Issue Date**                      **Expires**  
August 16, 2003                      September 1, 2004

*[Signature]*                      *[Signature]*  
Product Review Coordinator                      Executive Director

This listing is not OMRI certification or endorsement and cannot be construed as certification or listing by any of OMRI's subscribing certifiers. Final decisions regarding the acceptability of use of the product and any restrictions on its use under any particular certifier program are made by the certifier that still has the right to decline OMRI's recommendation. Producers and handlers will need to contact their certifiers for information as to whether or not this material may be used in organic production or handling.  
\* See the most current OMRI Generic Materials List for more information plus annotations and restrictions.

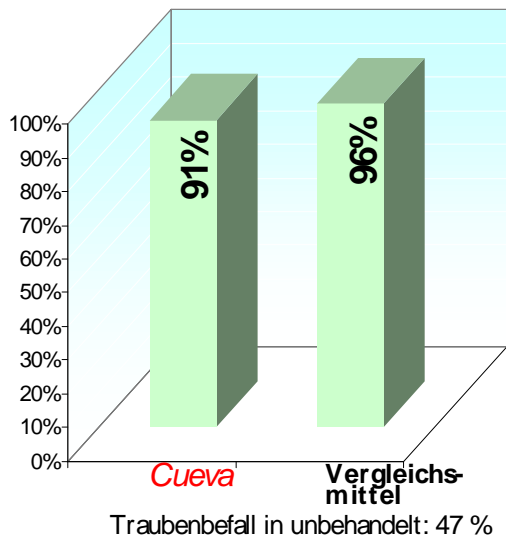
## Cueva

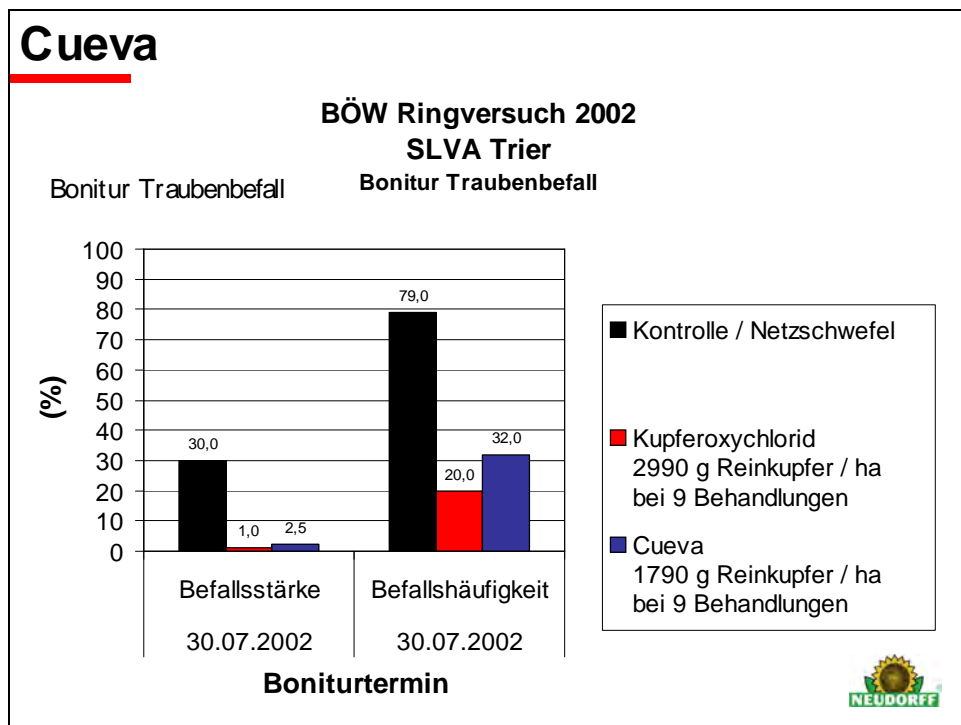
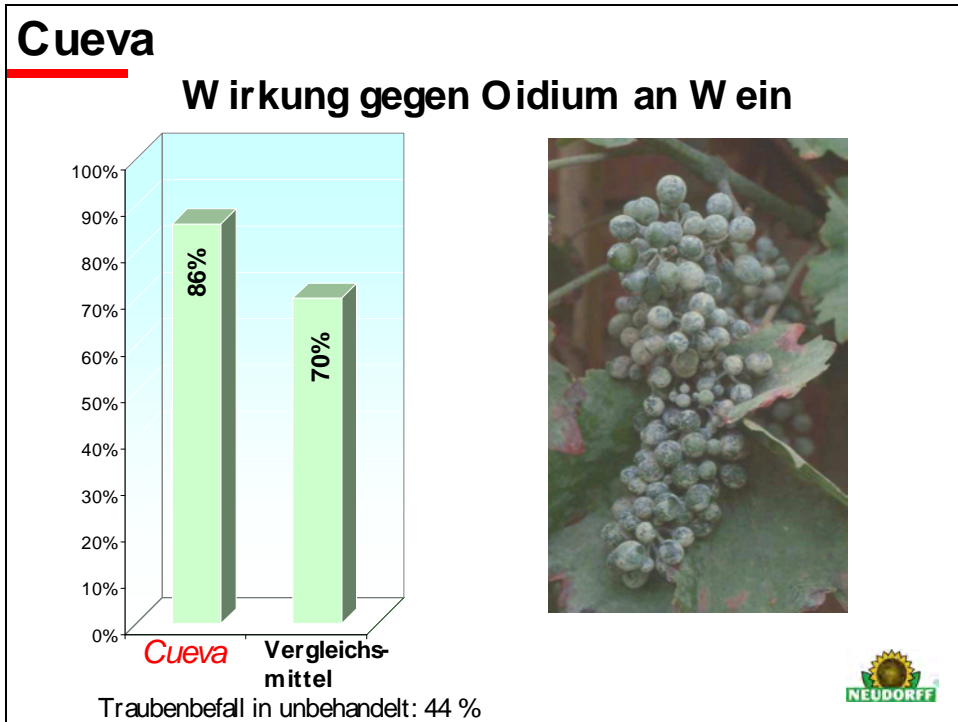
### Cueva (1kg RK /ha) VGM (4kg RK/ha) gegen Fröhschorf am Apfel



## Cueva

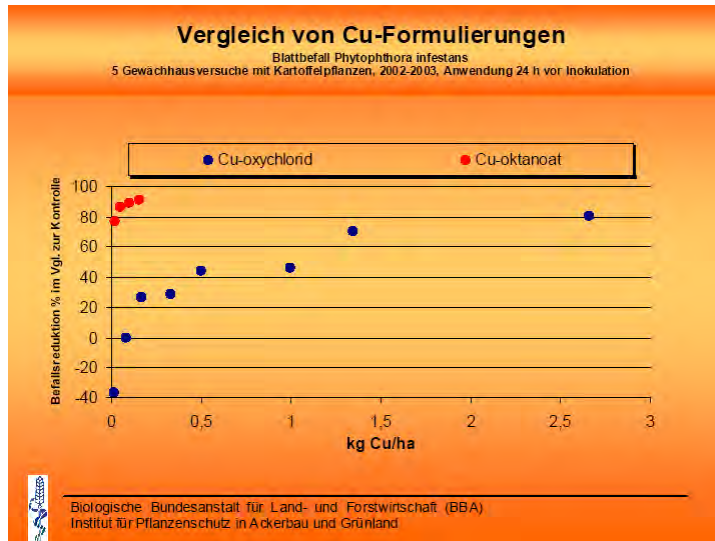
### Wirkung gegen Peronospora an Wein





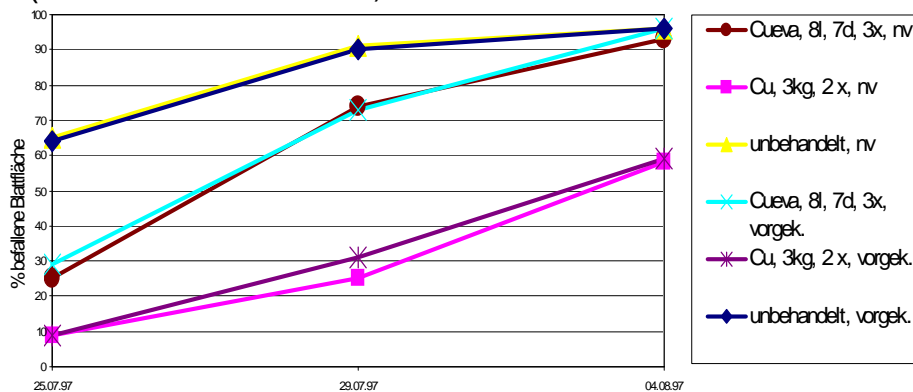


## Cueva



## Cueva

Befall mit *Phytophthora infestans* an Kartoffeln bei unterschiedlicher Behandlung an drei Boniturterminen (Gesamthochschule Kassel)





## Cueva

### Kartoffelerträge nach unterschiedlicher Behandlung gegen *Phytophthora infestans* (Gesamthochschule Kassel)

Behandlung	Kartoffelertrag in dt/ha			
	nicht vorgekeimt		vorgekeimt	
		Mehrertrag in %		Mehrertrag in %
unbehandelt	212,2 a <sup>1)</sup>		225,5 ab	
Neu 1140 F 8l/ha (0,43 kg Reinkupfer/ha) 3 Anwendungen	234,7 b	10%	277,4 d	23%
Kupferhydroxid mit 3 kg Reinkupfer/ha , 2 Anwendungen (Kupferhydroxid)	271,0 cd	28%	297,6 e	32%

<sup>1)</sup> Zahlen mit verschiedenen Buchstaben unterscheiden sich signifikant (p=0,05; LSD-Test, GD: 16,7)



## Cueva



### Zusammenfassung

- ◆ einziger Kupfer-Wirkstoff mit Doppelwirkung gegen Echten und Falschen Mehltau
- ◆ hervorragend für die Anti-Resistenzstrategie geeignet
- ◆ umweltschonend durch deutlich reduzierte Kupfermenge
- ◆ hohe zugelassene Anwendungshäufigkeit



## Kupferminimierung: Erste Ergebnisse zu den mittelfristigen Lösungen

Gerhard Goebel

Spiess-Urania, Heidenkampsweg 77, 20097 Hamburg

goebel@spiess-urania.com

### Kupferminimierung

**SPIESS URANIA**

Fachgespräch zur Bedeutung von Kupfer für den Pflanzenschutz am 29.01.2008 JKI in Berlin

**Erste Ergebnisse zu den mittelfristigen Lösungsansätzen**

➔ Bisherige Ergebnisse aus den Versuchen

- ❖ Schorf an Äpfeln
- ❖ Krautfäule an Kartoffeln
- ❖ Peronospora an Weinreben
- ❖ Falscher Mehltau an Hopfen

➔ Kupferminimierungs-Programm mit Lösungsansätzen

Dipl.-Ing. Gerhard Goebel, Spiess-Urania Chemicals GmbH

### Kupferminimierung

**SPIESS URANIA**

Produkte:

1.	CUPROZIN Flüssig	300 g Cu/L
2.	SPU-02700-F-0-SC	250 g Cu/L
3.	CUPROZIN WP	450 g Cu/kg
4.	SPU-02720-F-0-WP	350 g Cu/kg

Aufwandmengen:

		Funguran 450 g Cu/kg	CUPROZIN Flüssig 300 g Cu/L	SPU-02700-F-0-SC 250 g Cu/L	CUPROZIN WP 450 g Cu/kg	SPU-02720-F-0-WP 350 g Cu/kg
Wein (Basis AWM)	Produkt:		0,4 L/ha	0,4 L/ha	0,5 kg/ha	0,5 kg/ha
	Cu:		120 g/ha	120 g/ha	225 g/ha	175 g/ha
Kartoffeln	Produkt:		2,5 L/ha	2,0 L/ha	2,0 kg/ha	2,0 kg/ha
	Cu:		750 g/ha	500 g/ha	900 g/ha	700 g/ha
Hopfen	Produkt:	8,8 kg/ha	5,4 L/ha	5,4 L/ha	5,4 kg/ha	5,4 kg/ha
	Cu:	3960 g/ha	1620 g/ha	1350 g/ha	2430 g/ha	1980 g/ha
Obst (m Kh)	Produkt:	1,5 kg/ha	0,5 L/ha	0,5 L/ha	0,6 kg/ha	0,6 kg/ha
	Cu:	675 g/ha	150 g/ha	125 g/ha	270 g/ha	210 g/ha

## Kupferminimierung

**SPIESSOURANIA**

Versuche 2007

Indikation	Versuche beauftragt	Versuche durchgeführt /auswertbar
1. Schorf ( <i>Venturia inaequalis</i> ) an Äpfeln	5	4
2. Peronospora ( <i>Plasmopara viticola</i> ) an Weinreben	7	6
3. Krautfäule ( <i>Phytophthora infestans</i> ) an Kartoffeln	5	5
4. Falscher Mehltau ( <i>Pseudoperonospora h.</i> ) an Hopfen	3	2
<b>gesamt</b>	<b>20</b>	<b>17</b>


## Kupferminimierung

**SPIESSOURANIA**

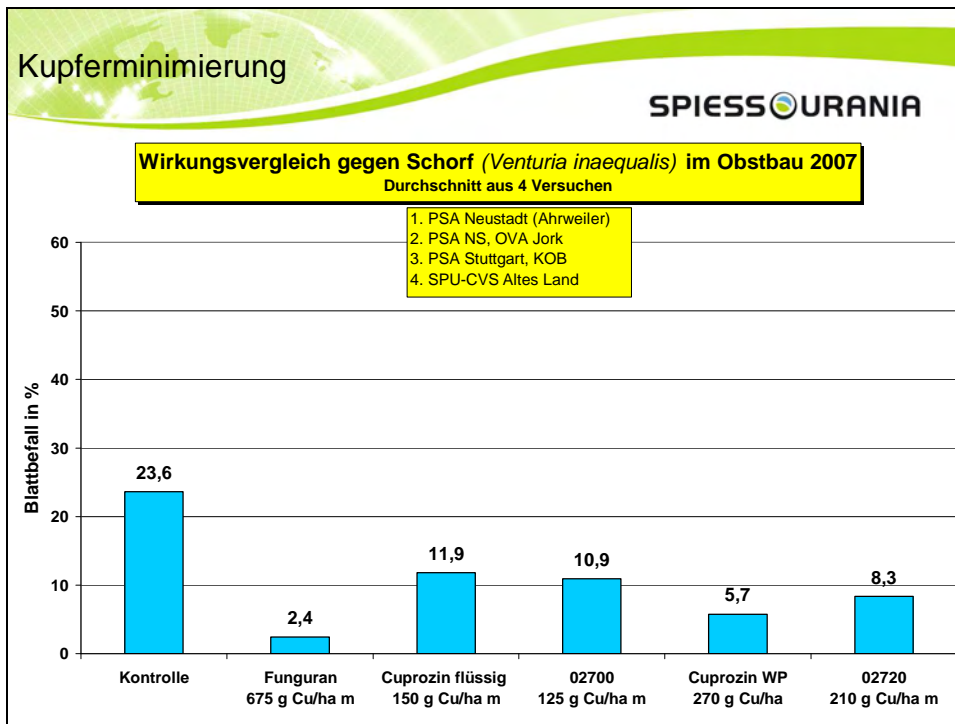
Schorf (*Venturia inaequalis*) an Apfel 2007

5 Versuche geplant

4 Versuche sind auswertbar  
(1 Versuch kein Befall)



Ort	Ergebnis am ...	Befall in %					
		Kontrolle	Funguran 675 g Cu/ha m	Cuprozin flüssig 150 g Cu/ha m	02700 125 g Cu/ha m	Cuprozin WP 270 g Cu/ha	02720 210 g Cu/ha m
Ahrweiler	12.06.	10,9	0,66	0,89	1,69	0,35	0,54
Jork, OVA	28.06.	9,5	0,9	0,9	2,1	0,35	0
KOB	25.07.	72,9	8,1	45,5	39,7	22,2	32,7
SPU CVS	25.07.	1,21	0,03	0,14	0,15	0,02	0,09
Dresden	22.08. Versuch abgesagt, kein Befall						
VENTIN n=4		23,6	2,4	11,9	10,9	5,7	8,3



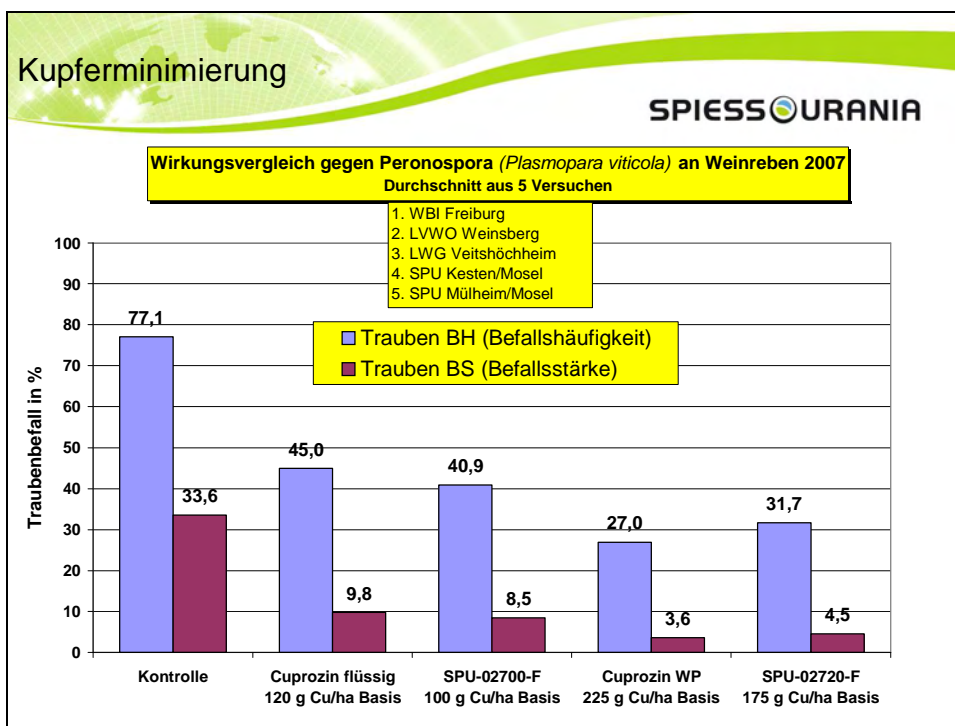
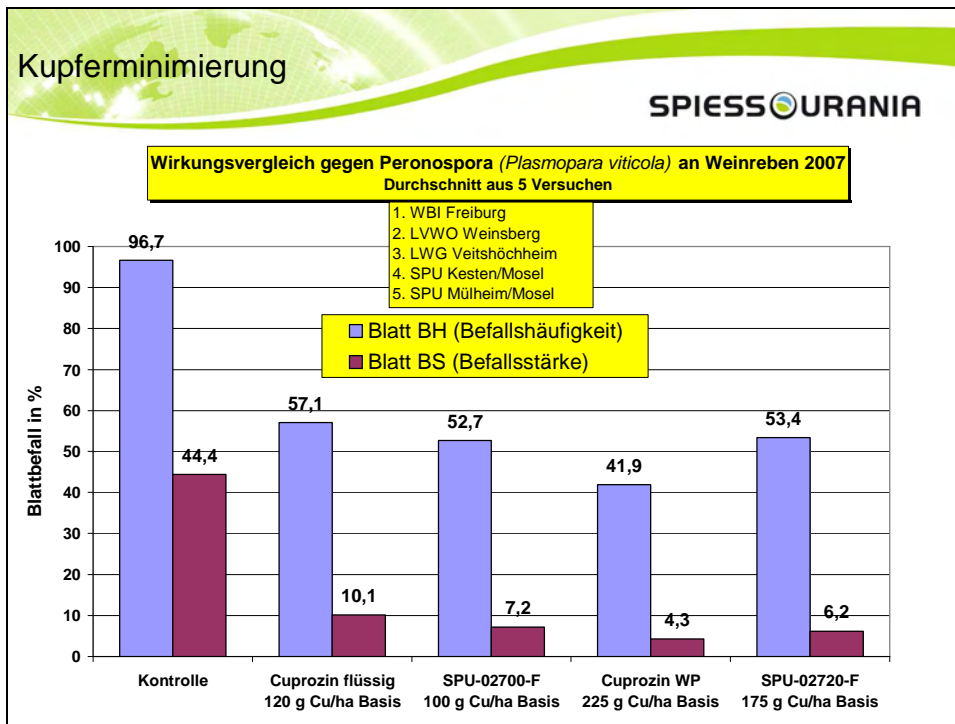
## Kupferminimierung

**SPIESS URANIA**

**Peronospora (*Plasmopara viticola*) an Weinreben 2007**

6 Versuche geplant  
5 Versuche sind verwertbar

Ort	Blattbefall	Kontrolle		Cuprozin flüssig 120 g Cu/ha Basis		SPU-02700-F 100 g Cu/ha Basis		Cuprozin WP 225 g Cu/ha Basis		SPU-02720-F 175 g Cu/ha Basis	
		BH	BS	BH	BS	BH	BS	BH	BS	BH	BS
Freiburg	13.08.	85,3	52,6	52,3	15,1	60,7	14,7	39,2	8,5	52,3	10,9
Weinsberg	21.08.	98,0	53,6	31,8	8,3	27,8	6,3	19,3	2,8	22,0	5,7
Veitshöchheim	09.08.	100	31,5	18,5	1,08	21,75	1,22	14,0	0,58	18,07	0,94
Kesten/Mosel	15.08.	100,0	33,3	92,0	19,5	84,5	6,0	63,5	4,5	88,0	6,3
Mülheim/Mosel	15.08.	100,0	50,8	91,0	6,8	68,5	7,8	73,5	4,9	86,5	7,1
	PLASVI n=5	96,7	44,4	57,1	10,1	52,7	7,2	41,9	4,3	53,4	6,2
Ort	Traubenbefall	BH	BS	BH	BS	BH	BS	BH	BS	BH	BS
Freiburg	13.08.	92,8	73,6	76	32,5	70,5	28,5	36,8	9,1	45,8	14
Weinsberg	12.07.	85,5	31,9	64,8	9,4	60,5	8,1	37,5	5,3	31,0	3,1
Veitshöchheim	13.07.	22,01	1,39	3,5	0,09	9,70	0,27	7,0	0,18	6,00	0,15
Kesten/Mosel	15.08.	85,0	10,4	32,0	2,4	25,5	1,6	21,0	1,1	28,5	1,6
Mülheim/Mosel	15.08.	100,0	50,6	48,5	4,5	38,5	3,8	32,5	2,3	47,0	3,7
	PLASVI n=5	77,1	33,6	45,0	9,8	40,9	8,5	27,0	3,6	31,7	4,5




## Kupferminimierung

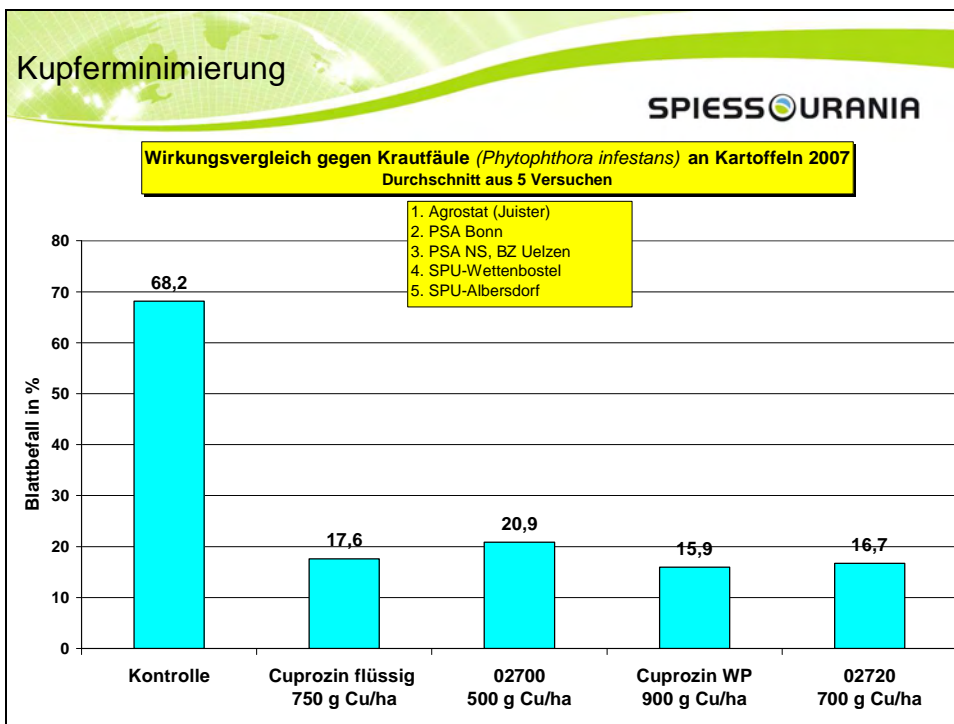
**SPIESS URANIA**

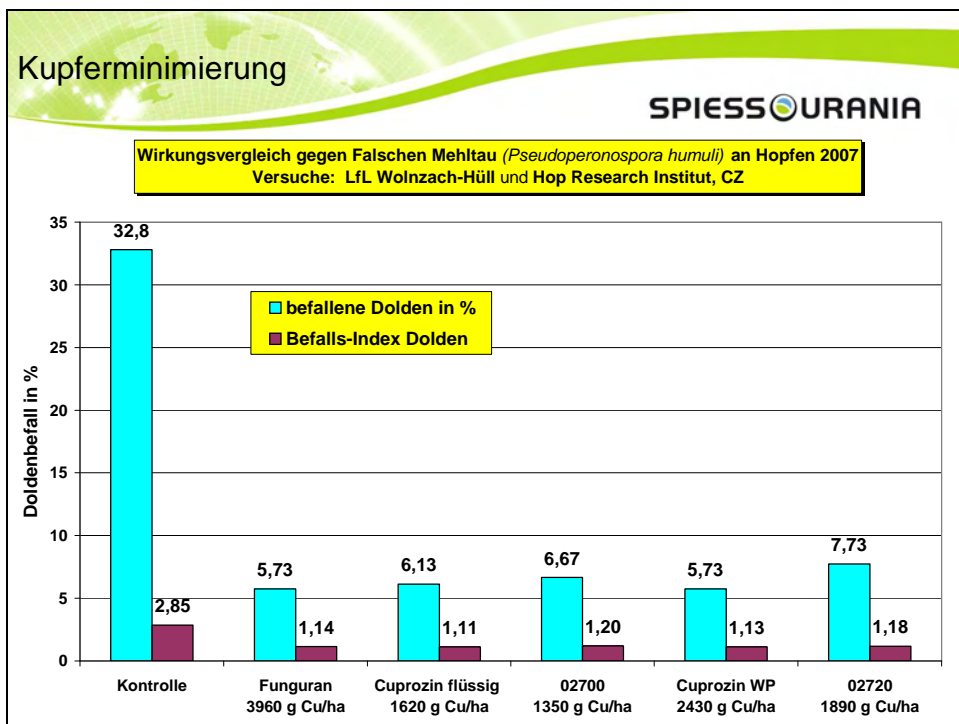
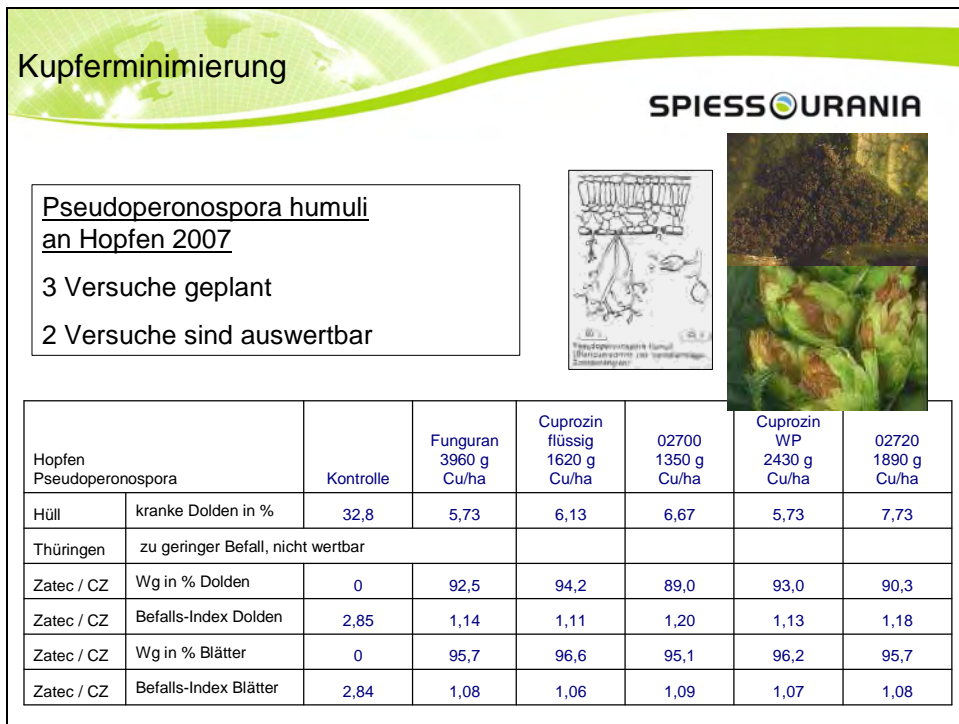
Kraut- und Knollenfäule  
(*Phytophthora infestans*)  
an Kartoffeln 2007

5 Versuche geplant  
5 Versuche sind auswertbar



			Kontrolle	Cuprozin flüssig 750 g Cu/ha	02700 500 g Cu/ha	Cuprozin WP 900 g Cu/ha	02720 700 g Cu/ha
			Phytophthora Kartoffeln (5 Versuche)	Agrostat	12.07.	79,5	22,7
	PSA Bonn	16.06.	23,8	8,5	9,5	6,5	7,0
	PSA Uelzen	04.07.	37,5	13	11,75	10,5	11,75
	Wettenbostel	10.07.	100	14,5	18,8	12,5	11,8
	Albersdorf	13.07.	100	29,3	33,8	24,3	25,0
PHYTIN n=5			<b>68,2</b>	<b>17,6</b>	<b>20,9</b>	<b>15,9</b>	<b>16,7</b>







Kupferminimierung				SPIESS URANIA	
Indikation	Cu-Aufwand Funguran (bisher zugelassen)	Cu-Aufwand Cuprozin Fl.	Cu-Aufwand neue Formulierung	Cu Reduzierung in %	
<b>Schorf, Kernobst</b> <i>(Venturia inaequalis)</i>	<b>2025 g Cu/ha</b> 3 m Kh	<b>1200 g Cu/ha</b> 3 mKh	<b>1000 g Cu/ha</b> 3 m Kh	<b>50,6%</b>	
<b>Krautfäule, Kartoffeln</b> <i>(Phytophthora infestans)</i>	<b>1350 g/ha</b>	<b>750 g Cu/ha</b>	<b>500 g Cu/ha</b>	<b>63,0%</b>	
<b>Falscher Mehltau Weinreben</b> <i>(Plasmopara viticola)</i>	<b>1800 g/ha</b> (bei 1600 L Wasser)	<b>480 g/ha</b> (bei 1600 L Wasser)	<b>400 g Cu/ha</b> (bei 1600 L Wasser)	<b>77,8%</b>	
<b>Falscher Mehltau Hopfen</b> <i>(Pseudoperonospora humili)</i>	<b>3960 g Cu/ha</b> (bei 2700 L Wasser)	<b>1620 g Cu/ha</b> (bei 2700 L Wasser)	<b>1350 g Cu/ha</b> (bei 2700 L Wasser)	<b>65,9%</b>	

Kupferminimierung				SPIESS URANIA							
Drei-Stufen-Programm der Spiess-Urania zur Kupferminimierung											
Stufe I											
Produkt	Wirkstoff	Wirkstoffgehalt	Kupfergehalt	Kultur	AM Produkt	Wasserm.	g Cu/ha	g Cu/ha	Max.Anw.	Gesamt-Cu	
			g/L g/kg		L/ha kg/ha	L/ha					
Funguran	Kupferoxychlorid	756 g Oxychlorid/kg	450	Wein		4,0	1600	112,5	1800	4	7200 g
Funguran	Kupferoxychlorid	756 g Oxychlorid/kg	450	Kartoffeln		3,0		1350		3	4050 g
Funguran	Kupferoxychlorid	756 g Oxychlorid/kg	450	Hopfen		8,8	1600	247,5	3960	2	7920 g
Funguran	Kupferoxychlorid	756 g Oxychlorid/kg	450	Obst(S)		3,0*	1000	135	1350	4	5400 g
Funguran	Kupferoxychlorid	756 g Oxychlorid/kg	450	Obst(Nec)		4,5*	1000	202,5	2025	4	8100 g
Stufe I 2007/2008											
Cuprozin WP	Kupferhydroxid	691 g Hydroxid/kg	450	Obst(Nec)	2,0*	1000	90	900	3	2700 g	
Cuprozin WP	Kupferhydroxid	691 g Hydroxid/kg	450	Wein		3,0	1600	85	1360	4	5440 g
Cuprozin WP	Kupferhydroxid	691 g Hydroxid/kg	450	Kartoffeln		2,0		900		3	2700 g
Cuprozin WP	Kupferhydroxid	691 g Hydroxid/kg	450	Hopfen		4,0	1600	112,5	1800	3	5400 g
Cuprozin WP	Kupferhydroxid	691 g Hydroxid/kg	450	Obst(S)		2,0*	1000	90	900	4	3600 g
Cuprozin Flü.	Kupferhydroxid	460 g Hydroxid/L	300	Wein	1,6	1600	30	480	2	960 g	
Cuprozin Flü.	Kupferhydroxid	460 g Hydroxid/L	300	Kartoffeln	2,5			750	6	4500 g	
Cuprozin Flü.	Kupferhydroxid	460 g Hydroxid/L	300	Wein	1,6	1600	30	480	6	2880 g	
Cuprozin Flü.	Kupferhydroxid	460 g Hydroxid/L	300	Kartoffeln	2,0			600	5	3000 g	
Cuprozin Flü.	Kupferhydroxid	460 g Hydroxid/L	300	Hopfen	6,0	1600	112,5	1800	3	5400 g	
Cuprozin Flü.	Kupferhydroxid	460 g Hydroxid/L	300	Obst(S)	3*	1000	90	900	4	3600 g	
	Z. Zt. amtlich registriert										*=2m Kronenhöhe
	Zulassung angestrebt vorauss. 2008										



## Kupferminimierung

**SPIESS URANIA**

### Stufe II

Produkt	Wirkstoff	Wirkstoffgehalt	Kupfergehalt		Kultur	AM Produkt		Wasserm.	g Cu/ha	g Cu/ha	Max.Anw.	Gesamt-Cu
			g/L	g/kg		L/ha	kg/ha					
<b>Stufe I</b> 2007/2008												
Cuprozin WP	Kupferhydroxid	691 g Hydroxid/kg		450	Wein	3,0		1600	85	1360	4	5440 g
Cuprozin WP	Kupferhydroxid	691 g Hydroxid/kg		450	Kartoffeln	2,0				900	3	2700 g
Cuprozin WP	Kupferhydroxid	691 g Hydroxid/kg		450	Hopfen	6,0		1600	169	2700	2	5400 g
Cuprozin WP	Kupferhydroxid	691 g Hydroxid/kg		450	Obst(S)	2,0*		1000	90	900	4	3600 g
Cuprozin WP	Kupferhydroxid	691 g Hydroxid/kg		450	Obst(Nec)	2,0*		1000	90	900	3	2700 g
Cuprozin Flü.	Kupferhydroxid	460 g Hydroxid/L	300	222	Wein	1,6		1600	30	480	6	2880
Cuprozin Flü.	Kupferhydroxid	460 g Hydroxid/L	300	222	Kartoffeln	3,0				900	3	2700 g
Cuprozin Flü.	Kupferhydroxid	460 g Hydroxid/L	300	222	Hopfen			1600	162,5	2600	2	5200 g
Cuprozin Flü.	Kupferhydroxid	460 g Hydroxid/L	300	222	Obst(S)	3,0*		1000	90	900	4	3600 g
<b>Stufe II</b> 2009/2010												
Cuprozin WP	Kupferhydroxid	537 g Hydroxid/kg		350	Wein	3,0		1600	66	1050	4	4200 g
Cuprozin WP	Kupferhydroxid	537 g Hydroxid/kg		350	Kartoffeln	2,0				700	3	2100 g
Cuprozin WP	Kupferhydroxid	537 g Hydroxid/kg		350	Hopfen	6,0		1600	131	2100	2	4200 g
Cuprozin WP	Kupferhydroxid	537 g Hydroxid/kg		350	Obst(S)	2,0*		1000	70	700	4	2800 g
Cuprozin Flü.	Kupferhydroxid	460 g Hydroxid/L	250	185	Wein	1,5		1600	23,4	375	6	2250 g
Cuprozin Flü.	Kupferhydroxid	460 g Hydroxid/L	250	185	Kartoffeln	3,0				750	3	2250 g
Cuprozin Flü.	Kupferhydroxid	460 g Hydroxid/L	250	185	Hopfen	8,0		1600	125	2000	2	4000 g
Cuprozin Flü.	Kupferhydroxid	460 g Hydroxid/L	250	185	Obst(S)	3,0*		1000	75	750	4	3000 g

amtlich registriert voraus. 2008  
 Zulassung angestrebt voraus. 2010

\* = 2m Kronenhöhe

## Kupferminimierung

**SPIESS URANIA**

### Stufe III

Produkt	Wirkstoff	Wirkstoffgehalt	Kupfergehalt		Kultur	AM Produkt		Wasserm.	g Cu/ha	g Cu/ha	Max.Anw.	Gesamt-Cu
			g/L	g/kg		L/ha	kg/ha					
<b>Stufe II</b> 2009/2010												
Cuprozin WP	Kupferhydroxid	537 g Hydroxid/kg		350	Wein	3,0		1600	66	1050	4	4200 g
Cuprozin WP	Kupferhydroxid	537 g Hydroxid/kg		350	Kartoffeln	2,0				700	3	2100 g
Cuprozin WP	Kupferhydroxid	537 g Hydroxid/kg		350	Hopfen	6,0		1600	131	2100	2	4200 g
Cuprozin WP	Kupferhydroxid	537 g Hydroxid/kg		350	Obst(S)	2,0*		1000	70	700	4	2800 g
Cuprozin Flü.	Kupferhydroxid	460 g Hydroxid/L	250	185	Wein	1,5		1600	23,4	375	6	2250 g
Cuprozin Flü.	Kupferhydroxid	460 g Hydroxid/L	250	185	Kartoffeln	3,0				750	3	2250 g
Cuprozin Flü.	Kupferhydroxid	460 g Hydroxid/L	250	185	Hopfen	8,0		1600	125	2000	2	4000 g
Cuprozin Flü.	Kupferhydroxid	460 g Hydroxid/L	250	185	Obst(S)	3,0*		1000	75	750	4	3000 g
<b>Stufe III</b> 2011/2012												
SPU-XXXX	Nano-Hydroxid		50		Wein	2,0		1600	6,25	100	6	600 g
SPU-XXXX	Nano-Hydroxid		50		Kartoffeln	1,0				50	5	250 g
SPU-XXXX	Nano-Hydroxid		50		Hopfen	3,0		1600	9,38	150	3	450 g
SPU-XXXX	Nano-Hydroxid		50		Obst(S)	1,0*		1000	5,0	50	4	200 g
SPU-XXXX	Kupferverb.neu		50		Wein	2,0		1600	6,26	100	6	600 g
SPU-XXXX	Kupferverb.neu		50		Kartoffeln	1,0				50	5	250 g
SPU-XXXX	Kupferverb.neu		50		Hopfen	3,0		1600	9,38	150	3	450 g
SPU-XXXX	Kupferverb.neu		50		Obst(S)	1,0*		1000	5,0	50	4	200 g

amtlich registriert voraus. 2010  
 Zulassung angestrebt voraus. 2012

\* = 2m Kronenhöhe

Kupferminimierung					
SPIESS URANIA					
Outlook des Drei-Stufen-Programmes :					
Kultur	Indikation	Ist-Situation	Stufe I bis 2008	Stufe II bis 2010	Stufe III bis 2012
Wein	Falscher Mehltau	7.200 g Cu/ha/Jahr	5.440 g Cu/ha/Jahr	4.200 g Cu/ha/Jahr	600 g Cu/ha/Jahr
Kartoffeln	Phytophthora inf.	4.500 g Cu/ha/Jahr	3.000 g Cu/ha/Jahr	2.250 g Cu/ha/Jahr	250 g Cu/ha/Jahr
Hopfen	Falscher Mehltau	7.920 g Cu/ha/Jahr	5.400 g Cu/ha/Jahr	4.200 g Cu/ha/Jahr	450 g Cu/ha/Jahr
Obst	Schorf	5.400 g Cu/ha/Jahr	3.600 g Cu/ha/Jahr	3.000 g Cu/ha/Jahr	200 g Cu/ha/Jahr
Kultur	Indikation	Ist-Situation	Stufe I bis 2008	Stufe II bis 2010	Stufe III bis 2012
Wein	Falscher Mehltau	100	75	58	8
Kartoffeln	Phytophthora inf.	100	66	50	6
Hopfen	Falscher Mehltau	100	68	53	6
Obst	Schorf	100	66	56	4

## Wirkung Kupferhaltiger Pflanzenschutzmittel auf die Avifauna

Jens Jacob

Julius Kühn-Institut (JKI), Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für Pflanzenschutz in Gartenbau und Forst, Messeweg 11/12, 38104 Braunschweig, jens.jacob@jki.bund.de

Kupfer ist ein essentielles Spurenelement, das am Aufbau von zahlreichen Enzymen beteiligt ist und eine wichtige Rolle bei der Körperabwehr gegen oxidativen Stress besitzt.

Informationen zur Retention von Kupfer in Wirbeltieren und assoziierter Prozesse sind spärlich und stammen im Wesentlichen aus Untersuchungen zum Biomonitoring ohne Bezug zu Pflanzenschutzmitteln. Folgende Ergebnisse aus solchen Untersuchungen können Anhaltspunkte für die Wirkung von kupferhaltigen Pflanzenschutzmitteln (z. B. Funguran, Kupferoxychlorid) auf die Avifauna bieten:

Die bioverfügbare Menge von Kupfer in aquatischen Habitaten nach der Anwendung von Funguran (Kupferoxychlorid) in benachbarten Anbauflächen ist gering, weil Kupfer zügig in komplexe Verbindungen eingebaut wird (Mueller et al. 2003). Selbst nach der Anwendung von 8 kg Funguran ha<sup>-1</sup> y<sup>-1</sup> traten keine biologischen Effekte im aquatischen System auf. Bei einer Aufwandmenge von Funguran von 19,3 kg ha<sup>-1</sup> y<sup>-1</sup> und gleichzeitig stark erhöhtem Kupfergehalt im Boden (131-152 mg kg<sup>-1</sup>) liegt der Kupfergehalt von gewaschenen Tomaten deutlich unter 20 mg kg<sup>-1</sup> Trockenmasse (Pestemer & Strumpf 2003). Dadurch sind die Tomaten als unbedenklich für Verbraucher einzustufen (Pestemer & Strumpf 2003).

Die experimentelle Anwendung von Kupferoxychlorid (0,5 %) gegen Fraß durch Krähen (*Corvus splendens*) an Sonnenblumen zeigte keinen Erfolg, was auf uneingeschränkte Fraßaktivität der Vögel hindeutet (Dhindsa et al. 1991).

Auf einem Grasland, das durch unmittelbare Nähe zu einer Raffinerie mit Kupfer und anderen Schwermetallen kontaminiert wurde, ließen sich erhöhte Kupferkonzentrationen bei Kleinsäugetern nachweisen. Im Gegensatz zu den Nagetierarten Waldmaus (*Apodemus sylvaticus*) und Erdmaus (*Microtus agrestis*) war die Kupferkonzentration in der insektivoren Waldspitzmaus (*Sorex araneus*) deutlich erhöht (Hunter et al. 1987). Die Aufnahme von Kupfer blieb während des Jahres bei Nagern in etwa konstant. Bei der Spitzmaus schwankte die Aufnahme und betrug maximal 258 µg g<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> für Tiere vom belasteten Grasland. Der Wert für Kontrolltiere aus unbelastetem Habitat lag bei 16,5 µg g<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>. Die saisonale Variation in der Kupferaufnahme bei der Spitzmaus wurde auf unterschiedliche Kupferbelastung der saisonal schwankenden Nahrungsbestandteile zurückgeführt.

Trotz der erhöhten Kupferkonzentration in der Nahrung stieg die Kupferkonzentration in den Tieren vom belasteten Grasland gegenüber den unbelasteten Individuen lediglich um das Zweifache auf etwa 30 µg g<sup>-1</sup> Trockengewicht. Dies deutet auf geringe Bioverfügbarkeit des konsumierten Kupfers und komplizierte Interaktionen beim Einbau des Kupfers in den Organismus hin.

Die Kupferkonzentration in experimentell gehaltenen Enten, die Standardaufzuchtnahrung fressen, liegt je nach Entenart und Gewebetyp bei bis zu 540 µg g<sup>-1</sup> Trockengewicht (Lucia et al. 2008). In anderen Studien wurden Werte von 5-559 µg g<sup>-1</sup> Trockengewicht ermittelt (Referenzen in Lucia et al. 2008). Hier spielten der Ernährungszustand sowie die geografische Herkunft der Tiere eine große Rolle.

Kupferrückstände in Vögeln wurden auch im Rahmen von Biomonitorings untersucht (z. B. Hahn et al. 1989, Kühnast and Ellenberg 1990). Die Belastung der Federn von Elster (*Pica*

*pica*) und Habicht (*Accipiter gentilis*) war stark von der Hauptwindrichtung abhängig und nahm exponentiell mit der Entfernung zur Emissionsquelle – dem Hamburger Hafen – ab. Die Kupferkonzentrationen in den Schwungfedern lagen im Bereich von 5-30  $\mu\text{g g}^{-1}$  (Kühnast and Ellenberg 1990).

Umfangreiche Untersuchungen zur Wirkung von Kupfersalzen auf Vögel wurden von Pullar (1940) publiziert. Dabei wurden jedoch Kupfersulfat u. a. Salze untersucht, die keine Rolle im gegenwärtigen Pflanzenschutz spielen.

Eine Reihe von Veröffentlichungen widmet sich der Frage, ob und wie sich Pflanzenschutzmittel auf das Verhalten und/oder die Populationsdynamik von Wildvögeln auswirken. Dabei stehen Wirkstoffe mit langer Umweltretention bzw. hoher Bioakkumulation im Vordergrund. Daneben werden Pflanzenschutzmittel betrachtet, deren Anwendung das Futterangebot für insektivore Vogelarten stark einschränken (DDT, Lindan, Parathion etc.) (Clausing et al. 1983, Clausing 1986), weil derartige Stoffe vermutlich ein deutlich höheres Potenzial für unerwünschte Auswirkungen auf die Avifauna auf Populationsebene besitzen als kupferhaltige Fungizide.

### **Höhlenbrütende Singvögel in Obst- und Weinbau**

Umfangreiche Untersuchungen im Obst- und Weinbau im Bundesgebiet zeigten, dass der wichtigste limitierende Faktor für eine erfolgreiche Ansiedlung höhlenbrütender Vögel die Verfügbarkeit von Nistmöglichkeiten ist. Das Aufstellen von Nistkästen führt zur schnellen Annahme v. a. durch Kohl- und Blaumeisen (*Parus major*, *P. caeruleus*) sowie durch Feldsperlinge (*Passer montanus*), die in den Kästen ihrem Brutgeschäft nachgehen. Dies gilt für den Obstbau (z. B. Rode 1982, Gemmeke 2002) und den Weinbau (Maixner and Gemmeke 2004, Fache 2007).

Die Dank dieser Untersuchungen zur Verfügung stehenden Daten legen nahe, dass sich der Bruterfolg beispielsweise von Kohlmeisen und Feldsperlingen in Intensivobstanlagen, konventionellem Weinbau und Ökoweinbau nicht deutlich vom Bruterfolg in Optimalhabitaten unterscheidet (Tabelle 1). So ist der Bruterfolg bei Erstbruten in Wein- und Obstanlagen je nach Brutparameter etwas höher oder etwas niedriger als in Wäldern oder auf Brachen. Die Bewirtschaftungsform im Weinbau (konventionell - ökologisch) hatte ebenfalls keinen Einfluss auf Legebeginn, Schlupf, Ausflug, Gelegegröße, Schlupferfolg und Ausfliegerfolg bei Feldsperlingen und Blaumeisen (Fache 2007).

Die Bewirtschaftungsform und die damit verbundene Anwendung von Pflanzenschutzmitteln scheinen sich demnach weder bei der Mortalität der Alt- und Jungvögel noch bei der Nahrungsgrundlage der Vögel in dem Maße auszuwirken, dass messbare Effekte beim Bruterfolg auftreten.

Für die Daten zum Bruterfolg von höhlenbrütenden Vögeln in Obstanlagen aus Rank (1997) ist bekannt, dass zur Vorblüte Kupferpräparate mit 4,5 kg ha<sup>-1</sup> angewendet wurden. Die Werte für Gelegegrößen und für die Anzahl flügger Junge liegen bei Kohlmeisen und Feldsperlingen von diesen Flächen im Bereich der Werte naturnaher Habitate (Brache und Laubwald), in denen keine Kupferpräparate zum Einsatz gekommen sein dürften (Tabelle 1).

Tabelle 1: Übersicht über Brutparameter von höhlenbrütenden Singvögeln in unterschiedlichen Habitaten. Alle Werte ohne Literaturangabe stammen aus Fache (2007).

	Höhlenbrüter	Kohlmeise Erstbrut		Feldsperling Erstbrut	
	Erstbruten ha <sup>-1</sup>	Gelegegröße	flügge Junge	Gelegegröße	flügge Junge
Weinbau	7,0 (Maixner 2004)	10,1	8,2	5,8	2,9
Obstbau		8,5 (Rode 1982)	7,6 (Rode 1982)	5,1 (Rode 1982)	3,5 (Rode 1982)
Obstbau 4,5 kg Kupfer (Vorblüte)		8,5 (Rank 1997)	8,0 (Rank 1997)	4,9 (Rank 1997)	4,1 (Rank 1997)
Eichenwald	5,0 (Sanz 2001)				
Laubwald		9,6	7,0		
Weinbergbrache		8,5	8,0	5,0	4,0

## Fazit

Da keine systematischen experimentellen Arbeiten zur potenziellen Auswirkung der Anwendung kupferhaltiger Fungizide auf Vögel verfügbar sind, lassen sich keine spezifischen Aussagen treffen.

Erste Anhaltspunkte zur eventuellen Wirkung von Pflanzenschutzmitteln in Wein- und Obstbau, wo kupferhaltige Mittel in der Regel angewendet werden, ergeben sich aus Daten zum Bruterfolg von höhlenbrütenden Singvögeln. Diese Studien zeigen, dass höhlenbrütende Singvögel in Obst- und Weinanlagen ähnlichen Bruterfolg wie in Optimalhabitaten haben. Für die Daten von Rank (1997) liegen Angaben zur Behandlung der betreffenden Flächen mit Kupferpräparaten vor. Der Bruterfolg höhlenbrütender Vögel auf diesen Flächen ist dem Bruterfolg von Vögeln in Optimalhabitaten, Weinbergen und anderen Obstanlagen sehr ähnlich. Ein nachteiliger Effekt der Bewirtschaftungsform – und der entsprechenden Anwendung von Pflanzenschutzmitteln – ist aus diesen Reproduktionsdaten nicht zu erkennen.

Die gemeinsame Auswertung der Reproduktionsdaten aus Rode 1982, Rank 1997, Maixner 2004, Fache 2007 usw., mit der nachträglichen Erhebung des Anwendungsumfangs kupferhaltiger Fungizide auf den betreffenden Flächen, bietet die Möglichkeit, den Effekt kupferhaltiger Fungizide auf die Avifauna zu ermitteln.

Durch die o. g. Studien zu dieser Thematik ist eine gute Grundlage vorhanden, um systematische Experimente zu konzipieren und durchzuführen.

## Literatur

- Clausing, P. (1986): Chlororganische Insektizide in Europa - Kontaminationsgrad und Bestandsveränderungen bei Vögeln zehn Jahre nach dem DDT-Verbot. Eine Literaturübersicht. *Berichte aus der Vogelwarte Hiddensee* **7**, 47-53.
- Clausing, P., Grün, G., and Riedel, B. (1983): Untersuchungen zur Vogeltoxizität von Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmitteln (PSM) sowie Mitteln zur Steuerung biologischer Prozesse (MBP) als Bestandteil der hygienisch-toxikologischen Anforderungen für ihre Zulassung. *Speziell PSM, Journal f. Pflanzenschutz- u. Schädlingsbek. Mittel der DDR* **3**, 1-5.
- Dhindsa, M. S., Sandhu, P. S., Saini, H. K., and Toor, H. S. (1991): House crow damage to sprouting sunflower. *Tropical Pest Management* **37**, 179-181.
- Gemmeke, H. (1992): Chemische Pflanzenschutzmittel in der Agrarlandschaft (Ort, Zeit, Umfang) und ihre Bedeutung für die Vogelwelt. *Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem* **280**, 36-72.
- Gemmeke, H. (2002): Singvögel brüten auch in intensiv bewirtschafteten Obstanlagen. *Obstbau* **3**, 122-123.
- Fache, R. (2007): Bruterfolg und Nahrungssuchverhalten von insektenfressenden Höhlenbrütern in flurbereinigten Weinbergen. *Diplomarbeit, Friedrich-Schiller-Universität, Jena*, 1-85.
- Hahn, E., Ostapczuk, P., Stoepler, M., and Ellenberg, H. (1989): Schwermetalle in Elsternfedern - zur Frage nach den Anteilen von exogener und endogener Einlagerung in die Federn bei Zink, Cadmium, Blei, Kupfer, Nickel und Kobalt. *Ökol. Vögel* **11**, 265-281.
- Hunter, B. A., Johnson, M. S., and Thompson, D. J. (1987): Ecotoxicology of copper and cadmium in a contaminated grassland ecosystem; 3. Small mammals. *Journal of Applied Ecology* **24**, 601-614.
- Kühnast, O. and Ellenberg, H. (1990): Schwermetalluntersuchungen (Cadmium, Kupfer, Blei) in Federn von Elstern (*Pica pica* l.) und Habicht (*Accipiter gentilis* l.) als flächenhaft integrierendes Biomonitoring für Luft-Schadstoffeinträge im südöstlichen Schleswig-Holstein. *Corax* **3**, 309-325.
- Lucia, M., Andre, J.-M., Bernadet, M.-D., Gontier, K., Gerard, G., and Davail, S. (2008): Concentrations of metals (Zinc, Copper, Cadmium, and Mercury) in three domestic ducks in France: Pekin, Muscovy, and Mule ducks. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **56**: 281-288.
- Maixner, M. and Gemmeke, H. (2004). Weinberge, ein Biotop für Singvögel? *Der Deutsche Weinbau* 42-43.
- Mueller, A., Buhr, L., Pestemer, W., Strumpf, T. (2003): Effects of Funguran on an aquatic biocenosis and the residue behaviour of copper in water and sediment. *Gesunde Pflanzen* **55**: 244-253.
- Pestemer, W., Strumpf, T. (2003): Occurance, importance and legal regulations of heavy metals in urban stands – an overview. *Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem* **394**, 170-178.
- Pullar, E. M. (1940): The toxicity of various copper compounds and mixtures for domesticated birds. *Australian Veterinary Journal* **16**: 147-162.
- Rank, H. (1997): Höhlenbrütende Vogelarten in Obstanlagen. *Obstbau* **2/97**: 66-70.
- Rode, H. (1982): Zur Ansiedlung von höhlenbrütenden Singvögeln in Anlagen des Intensivobstbaus der DDR. *Arch. Gartenbau* **30**: 39-61.
- Sanz, J. J. (2001): Experimentally increased insectivorous bird density results in a reduction of caterpillar density and leaf damage to Pyrenean oak. *Ecological Research* **16**: 387-394.

## Projektförderung zur Kupferproblematik durch das Bundesprogramm Ökologischer Landbau seit dessen Bestehen 2001 sowie durch die Europäische Union

Stefan Kühne<sup>1</sup>, Annegret Schmitt<sup>2</sup>, Britta Friedrich<sup>1</sup>

Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen

<sup>1</sup>Institut für Strategien und Folgenabschätzung, Stahnsdorfer Damm 81, 14532 Kleinmachnow, stefan.kuehne@jki.bund.de, <sup>2</sup>Institut für Biologischen Pflanzenschutz, Heinrichstr. 243, 64287 Darmstadt, annegret.schmitt@jki.bund.de

Im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau sind insgesamt 13 Projekte zur Kupferproblematik gefördert worden. Davon sind bereits 6 Projekte abgeschlossen. Die Tabelle 1 gibt einen zusammenfassenden Überblick über den Status der Projektförderung durch das Bundesprogramm. Weiterhin wurden im Rahmen der Europäischen Union zwei Projekte zur Kupferproblematik gefördert, deren Auswertung noch nicht abgeschlossen ist.

Tabelle 1: Projektförderung zur Kupferproblematik durch das Bundesprogramm Ökologischer Landbau seit dessen Bestehen 2001.

Projektstatus	Weinbau	Obstbau	Gemüsebau	Hopfen	Kartoffel
abgeschlossen	4	1	-	-	1
laufend	1	2	2	1	1

Im Folgenden werden die Projekte mit einer kurzen Zusammenfassung der Ergebnisse bzw. der Zielstellung vorgestellt:

**Thema:** **Reduzierung des Kupfereinsatzes im ökologischen Weinbau 02OE371**

**Projektstatus:** **abgeschlossen**

**Projektbearbeiter:** **Julius Kühn Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen**

**Zusammenfassung:** Bei der Ermittlung des minimalen Kupfer-Restbelages unter kontrollierten Bedingungen konnte mit 0,3 µm EDTA-lösliches Cu/cm<sup>2</sup> ein Wert ermittelt werden, der eine Peronospora-Reduzierung um mehr als 90 % ermöglichte. Unter Berücksichtigung potentieller Regenereignisse mittels verschiedener Regensimulator-Versuche waren deutliche Unterschiede zwischen den Präparaten zu beobachten. Auffällig war, dass Funguran OH und das Versuchsmittel 1 die beste Regenbeständigkeit aufwiesen. Durch das Projekt konnten erste, bisher fehlende grundlegende Erkenntnisse in der Praxis zur Regenbeständigkeit und Kupferverteilung der verschiedenen Kupferverbindungen als Voraussetzung für die Entwicklung einer Kupferminimierungsstrategie ermittelt werden. Unter Berücksichtigung der untersuchten Faktoren stellte sich hier die Anwendung vieler kleiner Kupferdosen in Abhängigkeit vom Zuwachs der Rebe als wirksamste Strategie heraus, die jedoch noch einer weiteren Praxisüberprüfung bedarf.

**Thema:** **Verbundprojekt: Optimierung des ökologischen Rebschutzes 03OE572**

**Projektstatus:** **laufend**

**Projektbearbeiter:** **Forschungsanstalt Geisenheim**

**Zusammenfassung:** Vor dem Hintergrund der Forderung nach Minimierungs- bzw. Ersatzstrategien zur Reduzierung des aktuellen Kupfereinsatzes werden derzeit an verschiedenen Forschungseinrichtungen des Bundes bzw. der Weinbauregionen der Bundesländer sowie an Lehr- und Versuchsanstalten Labor-, Gewächshaus- und Freilandversuche in unterschiedlicher

Intensität und Intention durchgeführt. Die Koordinierung dieser Forschungsaktivitäten bei optimaler Ausnutzung vorhandener Ressourcen (d.h. Vermeidung von Doppelarbeit), zur vertikalen Informationsweitergabe sowie zur Umsetzung eines horizontalen Technologie- und Wissenstransfers ist dringend erforderlich. Deshalb wurde das Verbundprojekt "Optimierung des ökologischen Rebschutzes unter besonderer Berücksichtigung der Rebenperonospora" initiiert. Die Projektleitung obliegt dem Fachgebiet Phytomedizin der Forschungsanstalt Geisenheim. Das Verbundprojekt weist eine zweigliedrige Struktur auf: 1. Praxisrelevante Grundlagenforschung mit Wirksamkeitsprüfungen im Freiland (in die Spritzfolge "Öko-Standard" integriert); 2. Anwendung auf ausgewählten Pilotbetrieben unter Praxisbedingungen sowie Technologie- und Wissenstransfer. Auf der Basis dieser Projektstruktur sollen Kupferreduzierungs- sowie Kupferersatzstrategien erarbeitet und in das vorhandene "Öko-Standard"-Bekämpfungskonzept integriert werden. Ziel ist ein praxistauglicher Bekämpfungsansatz zur nachhaltigen Eindämmung der Rebenperonospora ohne oder mit deutlich weniger Kupfer für die weinbauliche Praxis.

**Thema:** **Kupferersatz im ökologischen Weinbau: Entwicklung und Anwendung neuer Formulierungs- und Produktionstechnologien für den praxisgerechten Einsatz bakterieller Antagonisten, 02OE190**

**Projektstatus:** **abgeschlossen**

**Projektbearbeiter:** **Forschungsanstalt Geisenheim**

**Zusammenfassung:** Im vorliegenden Projekt wurde der Einsatz bakterieller Antagonisten als Kupferersatz zur Bekämpfung von *Plasmopara viticola*, dem Erreger des Falschen Mehltaus der Weinrebe, im ökologischen Weinbau optimiert. Unter Gewächshausbedingungen zeigte sich an Topfreben ebenfalls eine gute biologische Wirksamkeit gegen den Schadpilz. Die Kontrollpflanzen wiesen einen Befall zwischen 60 % und 77 % Befallsstärke auf, während die Blätter der Prüfglieder weniger als 5 % Befallsstärke zeigten.

Zur Eliminierung des Kupferanteils wurden für die Freilandversuche drei hochwirksame Isolate ausgewählt und in die Bekämpfungsstrategie „Öko-Standard“ integriert. Die Isolate gehörten den Bakteriengattungen *Pseudomonas* spp. und *Bacillus* spp. an. Um die Wirksamkeit im Freiland zu steigern, wurden Formulierungshilfsstoffe ausgewählt, die den Bakterien kurz vor der Applikation zugesetzt wurden. Dabei fanden die Substanzen Xanthan gum, Trehalose und PHYTO-VITAL® Anwendung. Aufgrund des extremen Sommers im Jahr 2003 war der Peronospora-Befall im Weinberg so gering, dass keine aussagekräftigen Ergebnisse zum Einsatz unter Freilandbedingungen gemacht werden konnten.

Studien zur Etablierung der Antagonisten auf dem Rebblatt haben gezeigt, dass die Blätter der bakterienbehandelten Versuchsglieder Bakteriendichten aufwiesen, die um etwa eine Zehnerpotenz höher lagen als die mit Kupfer behandelten Blätter. Um mögliche Gärbeeinflussungen zu erfassen, wurden die Moste im Kleinmaßstab (25-Liter Gärbehälter) vergoren. Bisher zeigten sich keine Abweichungen vom kupferhaltigen Versuchsglied „Öko-Standard“.

**Thema:** **Erarbeitung von wissenschaftlichen Ansätzen zur biologischen Kontrolle der Rebenperonospora und für Strategien zu deren Regulierung im ökologischen Weinbau, 02OE269**

**Projektstatus:** **abgeschlossen**

**Projektbearbeiter:** **Staatliches Weinbauinstitut Freiburg**

**Zusammenfassung:** Im ökologischen Weinbau sind Alternativen für Kupfer zur Bekämpfung der Rebenperonospora dringend erforderlich. Verfahren zur biologischen Bekämpfung sind erwartungsgemäß dann am erfolgreichsten, wenn sie an einer Schwachstelle des Erregers



ansetzen. Zur Charakterisierung von Schwachstellen im Infektionszyklus der Rebenperonospora (*Plasmopara viticola*) wurden mikroskopische und zellbiologische Untersuchungen durchgeführt. Dabei konnten die einzelnen Phasen des Zyklus dargestellt und ihr zeitlicher Ablauf ermittelt werden. Schwachstellen wurden vor allem während des Infektionsprozess vor dem Eindringen des Erregers in die Pflanze gefunden. Es wurden Testsysteme erarbeitet, mit deren Hilfe Naturstoffe und anorganische Verbindungen auf ihre hemmende Wirkung gegenüber *Plasmopara viticola* untersucht werden können. Die Testsysteme erlauben eine Quantifizierung der Hemmwirkung und ermöglichen die Prüfung von Substanzen in größerem Umfang.

Schwerpunkt der Suche nach potentiellen Hemmstoffen waren Substanzen aus dem Sekundärstoffwechsel der Pflanze und Bestandteile von tierischen und bakteriellen Membransystemen. Von den pflanzlichen Substanzen erwies sich die Stoffklasse der Sesquiterpenlactone als äußerst interessant. Bei den Bausteinen von Membransystemen sind Alkylphosphocholine und Lipopolysaccharide erfolgversprechend. Aufgrund der Arbeiten zum Zytoskelett zeigte sich, dass Calcium- und Magnesium-Verbindungen potentielle Hemmstoffe sein können. Hier bereitet die Wasserlöslichkeit noch einige Schwierigkeiten für die praktische Anwendung.

Für die Registrierung von Präparaten zur biologischen Bekämpfung der Rebenperonospora wurde ein Prüfschema vorgeschlagen, das eine Differenzierung in Hemmstoffe, die auf den Erreger einwirken, und in Resistenzinduktoren („Pflanzenstärkungsmittel“) ermöglicht.

**Thema:** **Praxisüberprüfung und Optimierung von Peronospora- und Oidiumbekämpfungsmaßnahmen im ökologischen Weinbau - Alternativen zum Einsatz von Kupfer und Schwefel, 02OE516**

**Projektstatus:** abgeschlossen

**Projektbearbeiter:** ECO-CONSULT

**Zusammenfassung:** In den Untersuchungs Jahren 2002/2003 wurden auf drei Standorten (Trier, Landau und Korb) Versuche zur Peronosporabekämpfung sowie auf einem Standort (Korb) Versuche zur Bekämpfung von Oidium angelegt.

Die Auswahl der eingesetzten Mittel ergab sich aus dem aktuellen Stand der Zulassung von Pflanzenstärkungs- Schutzmittel sowie Neu- und Weiterentwicklungen der Firmen, so dass immer die aktuellsten Präparate für die Praxis getestet werden.

Es zeigt sich, dass unter den unterschiedlichen Bedingungen die eingesetzten Versuchspräparate sowohl gute als auch unzureichende Wirkung hatten. Ein direkter Vergleich ist daher sehr schwierig. Dennoch zeigt sich, dass je nach Befallssituation die Varianten 9 x Kupfer in einer Gesamtkupferaufwandmenge von 3 kg die gleiche Wirkung zeigte wie die Präparate MYCO-SIN VIN, Ulmasud und Ulmasud VP.

Im Versuchsjahr 2003 zeigten sich positive Ergebnisse bei den Präparaten: Frutogard, Phyto-Algin Super sowie MYCO-SIN VIN. Der Wirkungsgrad lag gegenüber der reinen Schwefelbehandlung bei über 60 %. Die Variante Ulmasud VP zeigte sowohl im Befall durch Botrytis, Penicillium wie auch Essigsäure die geringsten Befallswerte. Gerade im Befall mit Penicillium und Essigsäure waren die Unterschiede zwar statistisch nicht ab zu sichern aber doch um 50% geringer als in der Variante OekoFluid.

**Thema:** Entwicklung von Strategien zur Feuerbrandbekämpfung im ökologischen Obstbau, 03OE524/4

**Projektstatus:** laufend

**Projektbearbeiter:** Universität Konstanz

**Zusammenfassung:** Bisher stehen im ökologischen Obstbau keine verlässlichen Bekämpfungsstrategien gegen den Feuerbrand zur Verfügung. Ihre Entwicklung und Praxiseinführung stellt eine wesentliche Voraussetzung für die Ausdehnung der ökologischen Obsterzeugung dar. Ziel ist es sowohl die Wirksamkeit als auch auf die Wirkungsweise der zur Verfügung stehenden Pflanzenstärkungs- und Pflanzenschutzmittel vergleichend zu prüfen (Myco-Sin, Blossom-Protect, Kaolin, Löschkalk, Schwefelkalk, BioZell 2000B, Biplantol erwinia, Do-MoF/V400, Biopro Kupfer). Für jedes der Präparate soll ein Profil erstellt werden, das seine Wirksamkeit in verschiedenen Testmethoden beschreibt. Daraus sollen der Wirkmechanismus abgeleitet und anhand dieser Ergebnisse der richtige Einsatzpunkt der Präparate sowie Strategien zur Kombination verschiedener Präparate erstellt werden.

**Thema:** Entwicklung von Strategien zur Feuerbrandbekämpfung im ökologischen Obstbau, 03OE524/4F

**Projektstatus:** laufend

**Projektbearbeiter:** Universität Konstanz

**Zusammenfassung:** Folgeprojekt 03OE524/4 (s.o.). Vier Präparate (Fungend, Funguran, Schwefelkalk und Elot-Vis) waren entweder in vitro oder auf der Blüte wirksam, nicht jedoch im Freiland. Diese Präparate sollen in diesem Folgeprojekt zur Klärung des Wirkmechanismus weiterverfolgt werden. Weitere Präparate (Myco-sin, Serenade WPO, Protex-Cu, Löschkalk) zeigten im Freiland eine signifikante Wirkung, die alleine aber noch nicht ausreichend ist. Hier soll im Folgeprojekt zum einen der Wirkmechanismus aufgeklärt werden, zum anderen sollen diese Präparate weiter in Kombinationen geprüft werden. Für die Präparate mit nachgewiesener Wirkung sollen praxistaugliche Anwendungsstrategien erarbeitet werden.

**Thema:** Untersuchungen zum Einsatz alternativer Stoffe zur Regulierung des Apfelschorfes, 02OE109

**Projektstatus:** abgeschlossen

**Projektbearbeiter:** Julius Kühn Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen

**Zusammenfassung:** Falllaubzerstörende Maßnahmen im Sinne einer offensiven Bekämpfung des Apfelschorfes, *Venturia inaequalis*, führen zu einer Abtötung oder Schwächung pilzlicher Strukturen. Die Projektidee war, durch die Verwendung mikrobiologischer Nährmedien und von Enzymen die natürlichen Mikroben zu fördern und einen zusätzlichen enzymatischen Blattabbau zu erreichen.

Bei der Blätterzersetzung und insbesondere beim Ascosporenpotential waren durch die applizierten Medien deutliche Effekte zu verzeichnen, wobei eine Korrelation zwischen Zersetzungsgrad und vermindertem Ascosporenpotential die Ausnahme war. 19 Medien bewirkten eine überwiegend deutliche Reduktion des Ascosporenpotentials mit einer Verringerung von bis zu 93 %. Die zellwandabbauenden Enzyme hatten alleine eine deutliche und zusammen mit einigen Medien eine verbesserte Wirkung.

Eine direkte Förderung der Askosporenausschleuderung war geringfügig durch einen Extrakt aus *Saponaria officinalis* und durch einen *Rhamnus frangula*-Rindenextrakt zu erzielen, während eine schwache Hemmung durch Citrus-Extrakt und eine starke Hemmung durch Kupfer, zuckerartige Stoffe und spezifische Inhibitoren vorlag.

In Gewächshausversuchen zur direkten Schorfbekämpfung zeigten Extrakte aus *Inula viscosa*, *Quillaja saponaria*-Rinde, Citrus-species und *S. officinalis* eine deutliche Wirkung. ELOT-VIS, CHITOPLANT, COMCAT, LEBERMOOSER, SILIOPLANT und FZB 24 hatten bei den gewählten Zeitabständen zur Infektion keine ausreichende Wirkung. Kombinationen aus *Quillaja*-Saponin und Netzschwefel reduzierten den Schorfbefall sehr stark. In einem Versuch zur Regenstabilität wiesen der Citrus-Extrakt und das *Quillaja*-Saponin bereits bei einer simulierten Regenmenge von 5 mm Schwächen in der Wirkung auf. Kombinationen von Citrus-extrakt mit GREEMAX und BIOPLUSS als Haftmittel waren in ihrer Wirkung vergleichbar mit einer Mittelmenge Kupferoxychlorid entsprechend 400 g Reinkupfer je ha.

**Thema:** **Entwicklung von Pflanzenschutzstrategien im ökologischen Hopfenbau als Alternativen zur Anwendung kupfer- und schwefelhaltiger Pflanzenschutzmittel, 03OE483**

**Projektstatus:** **laufend**

**Projektbearbeiter:** **Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft**

**Zusammenfassung:** Hopfen ist eine Dauerkultur, die in jeder Vegetationsperiode von Krankheiten und Schädlingen befallen wird. Vor allem führen die Pilzkrankheiten Falscher Mehltau und Echter Mehltau sowie die Hopfenblattlaus regelmäßig zu hohen Ertragsausfällen und Qualitätsminderungen. Im ökologischen Hopfenbau nehmen bisher kupfer- und schwefelhaltige Mittel eine zentrale Stellung in der Anwendung gegen Krankheiten ein. Dies ist unter umweltrelevanten Gesichtspunkten als problematisch anzusehen. Ziel ist es daher, Bekämpfungsstrategien im ökologischen Hopfenbau als Alternative zur Anwendung kupfer- und schwefelhaltiger Pflanzenschutzmittel zu entwickeln. Da sich die Bekämpfung der Schaderreger nicht nur auf die Auswahl eines bestimmten Produkts beschränken soll, werden bei der Versuchsdurchführung die gesamte Produktionstechnik, die Sorteneigenschaften und die Bekämpfungsschwellen berücksichtigt. In den Versuchen zur Bekämpfung des Echten Mehltaus soll zudem erstmals im ökologischen Hopfenbau der Einsatz der Mittel nach einem Prognosemodell erfolgen.

**Thema:** **Entwicklung, Überprüfung und Praxiseinführung des Prognosemodells ÖKO-SIMPHYT zur gezielten Bekämpfung der Kraut- und Knollenfäule (*P. infestans*) im ökologischen Kartoffelanbau mit dem Ziel, den Einsatz kupferhaltiger Fungizide auf ein Minimum zu reduzieren, 03OE553**

**Projektstatus:** **laufend**

**Projektbearbeiter:** **Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft**

**Zusammenfassung:** Die Bekämpfung der Kraut- und Knollenfäule, verursacht durch den Erreger *Phytophthora infestans*, stellt im Ökologischen Landbau nach wie vor ein ungelöstes Problem dar. Bisher kann der Befall nur durch den Einsatz von kupferhaltigen Pflanzenschutzmitteln reguliert werden. Ziel des Projektes ist es daher, den Einsatz von Kupferfungiziden auf das absolute notwendige Maß zu begrenzen. In Jahren mit hohem Krankheitsdruck soll auf der Grundlage der maximal erlaubten Aufwandmenge die bestmögliche fungizide Wirkung erzielt werden. Dieses Ziel soll durch folgende Forschungsschwerpunkte erreicht werden: a.) Anpassung des Prognosesystems SIMPHYT an die spezifischen Gegebenheiten im ökologischen Anbau (ÖKO-SIMPHYT). b.) Reduzierung des von der Pflanzknolle ausgehenden und durch Spritzapplikationen kaum beeinflussbaren Primärbefalls durch Beizung des Saatgutes mit Kupfermitteln und falls vorhanden mit weiteren „Öko-Präparaten“) Exakte Aufzeichnung der epidemiologischen Entwicklung des Primärbefalls.

**Thema:** **Regulierung der Kraut- und Knollenfäule im Ökologischen Landbau durch Verwendung resistenter Sorten und Unterblattspritzungen mit reduzierter Kupfer-Aufwandmenge, 02OE077**

**Projektstatus:** **abgeschlossen**

**Projektbearbeiter:** **Julius Kühn Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen**

**Zusammenfassung:** Auf der Versuchsfläche Ahlum in Braunschweig wurde in einem zweijährigen Feldversuch die Möglichkeit der Befallsreduktion von *Phytophthora infestans* durch den Anbau von Kartoffelsorten mit unterschiedlicher Anfälligkeit sowie durch differenzierte Kupferanwendungen mit Unterblattspritztechnik im ökologischen Kartoffelanbau untersucht. Dabei zeigten sich im Befallsjahr 2002 in den Kontrollvarianten zwischen den Sorten Secura, Grata und Bettina Anfälligkeitsunterschiede, die in Übereinstimmung mit den Angaben der Beschreibenden Sortenliste stehen. Die unterschiedliche Anfälligkeit der Sorten spiegelte sich nicht in den Ertragsleistungen der unbehandelten Varianten wider. In beiden Versuchsjahren zeigten die verfügbaren Prognosesysteme (Negativ-Prognose und SIMPHYT) eine zu frühe Erstbehandlung der Kartoffeln an. Daher waren nicht alle Cu-Anwendungen relevant für die Befallsentwicklung. Der Vergleich der Standardvariante (Injektordüsen) mit der Unterblattspritztechnik zeigte in 2002 keine Befallsunterschiede. Auch die reduzierten Varianten mit effektiv wirksamen Kupfermengen von 2,6 kg/ha, 1,6 kg/ha und 1 kg/ha wiesen keine Befallsunterschiede auf.

An Hand von Gewächshausversuchen konnte gezeigt werden, dass durch die Anwendung von unterschiedlichen Kupferformulierungen und reduzierten Kupfermengen die Kupferaufwandmenge zur Krautfäulebekämpfung reduziert werden kann.

Kulturmedien (TSB) der Bakterienart *Xenorhabdus bovienii* Stamm 4766 wiesen bei vorbeugender Anwendung (24 h vor der Inokulation mit *Phytophthora infestans*) im Gewächshaus eine deutliche Befallsreduktion auf, die auch bei Anwendung nach 30tägiger Lagerung und Verdünnung des Versuchsmittels auf 25 % nachweisbar waren.

**Thema:** **Strategiekombinationen zur Regulierung des Falschen Mehltaus an Gurken unter Glas/Folie, 06OE188**

**Projektstatus:** **laufend**

**Projektbearbeiter:** **Julius Kühn Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen  
Institut für Pflanzenschutz im Gartenbau**

**Zusammenfassung:** Im Gurkenanbau ist aufgrund der hohen Kosten eine Verlängerung der Erntezeit um nur wenige Wochen oftmals ausschlaggebend für einen finanziellen Gewinn (pers. Mitteilung Öko-Gartenbauberaterin Frau Braun). Derzeit werden von insgesamt ca. 230 ha Anbaufläche Gurken in der BRD 5-8 % ökologisch bewirtschaftet (Pan Germany, 2006). Die Nachfrage der verarbeitenden Industrie nach Produkten aus ökologischer Bewirtschaftung bei Gurke ist in den vergangenen Jahren gestiegen. Aufgrund der Gefahr des Auftretens des Falschen Mehltaus ist dies jedoch für die ökologische Bewirtschaftung mit hohen Risiken verbunden. Die Entwicklung von Strategien zur Eindämmung des Falschen Mehltaus an Gurke im Ökoanbau ist daher eine notwendige Voraussetzung für die Sicherung und Erweiterung ökologischer Anbauflächen und ein besonderes Anliegen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau. Derzeit fehlen jedoch geeignete und effektive Maßnahmen, um den Befall wirkungsvoll einzudämmen.

Entsprechend den Anforderungen des Öko-Anbaus sollen im hier vorgestellten Projektteil Strategieoptionen erarbeitet werden, die als „Baukastensystem“ die verschiedenen Instrumente, die dem Ökoanbau zur Eindämmung des Befalls mit Falschem Mehltau zur Verfügung

stehen, einbeziehen. Für den Bereich Gewächshaus sollen folgende Strategien kombiniert werden:

- a) Auswahl möglichst gering anfälliger Gurkensorten für die verschiedenen Gurkenanbaubereiche
- b) Kulturführungsmaßnahmen für den Salatgurkenanbau unter Glas und Folie,
- c) biologische Alternativpräparate auf der Basis von Pflanzenextrakten und Mikroorganismen.

**Thema:** **Entwicklung von Anbaustrategien zur Sicherung und Ausweitung des heimischen Anbaus von Bio-Einlegegurken“ 06OE150**

**Projektstatus:** **laufend**

**Projektbearbeiter:** **Bioland Erzeugerring Bayern e.V.**

**Zusammenfassung:** Die Nachfrage nach Einlegegurken aus ökologischer Erzeugung ist in den letzten Jahren stetig gewachsen. Der Bedarf der Sauerkonservenindustrie kann nicht mit inländischer Ware gedeckt werden. Dies ist in erster Linie die Folge eines hohen Anbaurisikos für den Erzeuger. Grundsätzlich ist die Produktion von Einlegegurken mit hohen Anfangsinvestitionen verbunden (Saatgut, abbaubare Mulchfolie, Tröpfchenbewässerung). Der Ertrag ist jedoch in erster Linie vom Auftreten des Falschen Mehлтаupilzes (*Peronospora cubensis*) begrenzt. Sobald der Pilz in den Anbaugebieten erscheint (meist im Juni) und entsprechende Infektionsbedingungen vorliegen bricht die Kultur vorzeitig zusammen. Die dadurch bedingten hohen Ertragseinbußen bedrohen die Wirtschaftlichkeit der Kultur. Zudem ergeben sich für die abnehmende Verarbeitungsindustrie Probleme aufgrund der fehlenden Liefersicherheit der Erzeuger.

Bisher wurde im ökologischen Anbau keine befriedigende Methode gefunden, um den Ertrag der Kultur zu sichern. Weder Behandlungen mit Pflanzenstärkungsmitteln noch mit Kupferpräparaten zeigen eine ausreichende Wirkung.

In den letzten Jahren gab es Fortschritte in der Pflanzenzüchtung hinsichtlich der Widerstandskraft der Sorten gegenüber dem Falschen Mehltau. Leider gehen die erhöhten Toleranzen dieser Sorten einher mit einer späteren Ertragsbildung. Daher führten diese Sorten in der Praxis in ersten Testversuchen bei normaler Kulturführung nicht zu einer Ertragssteigerung bzw. Ertragssicherung.

Die positiven Erfahrungen mit der Pflanzung im Zwiebelanbau (Projekt 03OE0056/2 im Bundesprogramm Ökologischer Landbau, das vom Bioland Erzeugerring durchgeführt wurde) ermutigen dazu, das Pflanzverfahren bei den Einlegegurken zu testen. Durch das Pflanzen wird ein Verfrühungseffekt erzielt, so dass die Ertragsbildung nach vorne verlegt wird und damit das Zeitfenster bis zum Befall mit Falschen Mehltau verlängert wird. Zudem sollte das Pflanzen den erfolgreichen Einsatz der mehltautoleranten aber spätreifenden Sorten ermöglichen.

Das Ziel des Projektes ist ein Vergleich der herkömmlichen Direktsaat bei Einlegegurken mit einem Pflanzverfahren. Im Rahmen dieses Vergleichs sollen drei unterschiedliche Sorten (Standardsorte + zwei mehltautolerante Sorten) geprüft werden.

## EU-Projekte zur Kupferproblematik

### 5. Rahmenprogramm

#### **Development of a systems approach for the management of late blight in EU organic potato production (Blight-Mop), Nr QLK5-CT-2000-01065; BBW Nr 99.0878-1**

Projektdauer: 2001-2005

Ziel des Projektes war die Suche nach Kupferminimierungs- und -ersatzstrategien zur Regulierung der Krautfäule (*Phytophthora infestans*) an Kartoffel.

118 Bio-Kartoffelproduzenten in sieben Europäischen Ländern wurden ausführlich zum Thema Bio-Kartoffelbau und Krautfäule befragt. Der daraus resultierende Datensatz von rund 15.000 Antworten wird zurzeit ausgewertet. Die Ergebnisse sollen mit Hintergrundinformationen zum Kartoffelmarkt, zum Klima, zur Krautfäuleepidemie und zum Kupfereinsatz in den einzelnen Ländern kombiniert werden.

Ausserdem werden anbautechnische Massnahmen und deren mögliche Nebenwirkungen evaluiert (resistente Sorten, Sortenmischungen und Mischkulturen, agronomische Maßnahmen, alternative Produkte).

Das Institut für biologischen Pflanzenschutz in Darmstadt hat über 100 alternative Substanzen einschließlich mikrobieller Antagonisten und Pflanzenextrakte getestet.

Einige der geprüften Substanzen wiesen einen hohen Wirkungsgrad im Labor auf, wobei tendenziell eher eine protektive Wirkung beobachtet werden konnte. Wirksame Pflanzenextrakte wie z. B. *R. rhabarbarum* und *S. canadensis* und Präparate wie ELOT-VIS<sup>®</sup>, SERENADE<sup>®</sup>, TRICHODEX<sup>®</sup>, sowie zwei weitere *Trichoderma*-Präparate der Firma Vitalin wurden nicht nur an abgetrennten Blättern sondern auch an getopften Pflanzen auf ihre Wirksamkeit hin geprüft. Hier zeigte SERENADE<sup>®</sup>, ein Präparat auf der Basis von *Bacillus subtilis*, die beste Wirkung. Im Freiland ließen sich die Ergebnisse allerdings nicht bestätigen. Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass mikrobielle Antagonisten und Pflanzenextrakte nicht den Wirkungsgrad der Kupferpräparate erreichten und damit bisher keine wirksamen alternativen Präparate zur Verfügung stehen.

#### *Projektpartner Deutschland:*

Julius Kühn Institut, Institut für biologischen Pflanzenschutz in Darmstadt  
Universität Kassel, Witzenhausen, Fachgebiet Ökologischer Pflanzenschutz

### 6. Rahmenprogramm

#### **Kupferfreie Krankheitsregulierung im Apfel- und Rebbau**

#### **Replacement of Copper Fungicides in Organic Production of Grapevine and Apple in Europe (REPCO).**

**EU-Projekt-Nr. SSPE-CT-2003-501402**

Projektdauer: 2003 bis 2007

Im Rahmen des EU-finanzierten Forschungsprojektes REPCO wurden neue Verfahren zur Bekämpfung des Falschen Mehltaus der Rebe (*Plasmopara viticola*) und des Apfelschorfes (*Venturia inaequalis*) überprüft. Resistenzinduktoren und biotaugliche Fungizide wurden in einem ersten Schritt im Labor getestet. Daneben sind die Auswirkungen verschiedener Kulturpflagemassnahmen untersucht worden. Erfolgversprechende Produkte und Verfahren wurden zu praxistauglichen Pflanzenschutz-Strategien kombiniert.

#### *Projektpartner Deutschland:*

Staatliches Weinbauinstitut Freiburg, Prophyta Biologischer Pflanzenschutz GmbH, Ecovin  
Bundesverband Ökologischer Weinbau