

Stefan Kühne<sup>1</sup>, Britta Friedrich<sup>1</sup>, Peter Röhrig<sup>2</sup>

**Fachgespräch:  
„Kupfer als Pflanzenschutzmittel“**

**Berlin-Dahlem, 21. November 2014**

<sup>1</sup>Julius Kühn-Institut (JKI), Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen

<sup>2</sup>Bund Ökologische Lebensmittelwirtschaft e.V. (BÖLW)

**Berichte aus dem Julius Kühn-Institut**

**179**



**Kontaktadresse**

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

Telefon +49 (0) 033203 48-0  
Telefax +49 (0) 033203 48-424

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

**Vertrieb**

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

**ISSN 1866-590X**

**DOI 10.5073/berjki.2015.179.000**



© Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, 2015  
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.

©Julius Kühn-Institut, Federal Research Centre for Cultivated Plants, 2015

Copyrighted material. All rights reserved, especially the rights for conveyance, reprint, lecture, quotation of figures, radio transmission, photomechanical or similar reproduction and data storage, also for extracts.

Inhaltsverzeichnis	Seite
Vorwort (S. Kühne, P. Röhrig).....	4
Risikobewertung von Kupfer für Verbraucher auf Basis von Monitoringdaten (B. Michalski).....	5
Kupfereinsatz von Schweizer Biobauern (B. Speiser).....	12
Langjährige Anwendung kupferhaltiger Pflanzenschutzmittel auf Sonderkulturflächen – 5 Jahre Datengenerierung – Resümee und Ausblick (T. Strumpf, D. Felgentreu, N. Herwig, B. Hommel, P. Horney, J. Strassemeyer).....	15
Neues Algenpräparat – Biostimulanz ohne Phosphonat (B. Monnet).....	17
Inokulumreduzierung des Schorfpilzes als Beitrag zur Kupferminimierung bzw. zum Kupferverzicht in der ökologischen Apfelproduktion (B. Benduhn).....	18
Mehrjährige Versuchsergebnisse zum Einfluss von Vinasse-Behandlungen zum Blattfall auf Laubabbau, Sporenbildung sowie den resultierenden Befall mit Apfelschorf (S. Buchleither).....	20
Aktueller Stand der Versuche zur Kupferminimierungsstrategie in Öko-Apfelanlagen mit hohem Schorfdruck/Resistenzdurchbruch (B. Pfeiffer).....	22
Kupferminimierungsstrategien im ökologischen Obstbau (J. Zimmer).....	30
Minimierung des Einsatzes kupferhaltiger Fungizide im ökologischen Hopfenbau: aktuelle Versuchsergebnisse 2014 (F. Weihrauch, J. Schwarz).....	35
Kupferminimierungs- und Vermeidungsstrategien für den ökologischen Kartoffelanbau, Teilprojekt A: Maßnahmen zur Reduktion des Primärbefalls (J. Nechwatal).....	41
Kupferminimierungs- und Vermeidungsstrategien für den ökologischen Kartoffelanbau, Teilprojekt B: Ackerbauliche Strategien (S. Grabendorfer).....	43
Saisonberichte und Stand der Kupferminimierungsbemühungen – Weinbau, Obstbau, Kartoffelbau, Gemüsebau (S. Kanthak, J. Kienzle, W. Patzwahl).....	45

## Vorwort

Stefan Kühne und Peter Röhrig<sup>1</sup>

Institut für Strategien und Folgenabschätzung

Julius Kühn-Institut, Stahnsdorfer Damm 81, 14532 Kleinmachnow

stefan.kuehne@jki.bund.de

<sup>1</sup> Bund Ökologische Lebensmittelwirtschaft e.V. (BÖLW)

Marienstr. 19–20; 10117 Berlin

roehrig@boelw.de

Seit dem Jahr 2011 organisiert das Julius Kühn-Institut (JKI) gemeinsam mit dem Bund Ökologische Lebensmittelwirtschaft e.V. (BÖLW) die Fachgespräche zum Thema „Kupfer als Pflanzenschutzmittel“, die zum einen den aktuellen Stand der Forschung zum Thema aufzeigen und zum anderen die Bemühungen zur Kupferreduktion in der Praxis dokumentieren. Die Tagung wird vom Bundesprogramm Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft (BÖLN) gefördert

Etwa 88 Teilnehmer aus Vertretern der Ministerien (BMELV, MULEWF Rheinland-Pfalz) und Behörden (BVL, UBA, BfR, JKI, BLE), Vertreter der ökologischen und integrierten Anbauverbände, Beratungsdienste, Universitäten und Fachhochschulen sowie Vertreter der Herstellerfirmen von Pflanzenschutzmittel (Spiess-Urania Chemicals GmbH, Trifolio-M GmbH, Tilco Biochemie GmbH u.a.) diskutierten das Thema. Vertreter der Österreichischen Agentur für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit GmbH (AGES) und der französischen Chargé de Mission Extraits Naturels waren Teilnehmer und auch Vortragsredner. Vor dem Hintergrund der Entscheidungen über kupferhaltige Pflanzenschutzmittel auf EU-Ebene ist ein zielgerichtetes aber auch länderübergreifendes Vorgehen erforderlich, um Kupfer im Pflanzenschutz zu ersetzen oder zumindest so weit wie möglich zu minimieren. Kupferpräparate haben derzeit eine sichere Zulassung bis 2018. Aber auch über diesen Zeitpunkt hinaus wird Kupfer als Pflanzenschutzmittelwirkstoff weiterhin benötigt.

Es wurden aktuelle Forschungsergebnisse und Berichte zur Anwendung kupferhaltiger Pflanzenschutzmittel in den Kulturen Gemüse, Kartoffeln, Hopfen, Wein und Obst vorgestellt. In der abschließenden Diskussion wurde der Wunsch nach einem „Kupferkonto“ diskutiert. Mit diesem ließen sich die Kupfermengen über mehrere Jahre auf eine Gesamtmenge begrenzen. Es soll dazu dienen, Reduktionsziele zu erreichen und dennoch die notwendige Flexibilität bei den witterungsbedingten jährlichen Aufwandmengen zu sichern.

## Risikobewertung von Kupfer für Verbraucher auf Basis von Monitoringdaten

Britta Michalski

Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR)

britta.michalski@bfr.bund.de

### 1. Einleitung

Kupfer ist natürlicher Bestandteil der Erdkruste und damit auch landwirtschaftlich genutzter Böden. Aus dem Boden können Kupfersalze von Pflanzen aufgenommen werden und auf diesem Wege in pflanzliche Lebens- und Futtermittel gelangen. Kupfer ist für Pflanzen, für Tiere und für den Menschen ein essentielles Spurenelement, das in vielen Enzymen und Proteinen benötigt wird. Für die Versorgung mit Kupfer gibt es optimale Bereiche, während sich eine Kupferunterversorgung ebenso nachteilig auswirkt wie eine Kupferübersorgung. Um einer Unterversorgung entgegenzuwirken, wird Kupfer bei Bedarf Futtermitteln für landwirtschaftliche Nutztiere zugesetzt. Für eine ausreichende Kupferversorgung von landwirtschaftlichen Nutzpflanzen werden kupferhaltige Mineraldünger eingesetzt. Kupfer kann auch über Gülle (vor allem Schweinegülle) und Klärschlämme, die ebenfalls zu Zwecken der Düngung verwendet werden, auf landwirtschaftliche Flächen gelangen. In Bezug auf zulässige Kupferkonzentrationen in Klärschlämmen wird die Klärschlammverordnung zum 01.01.2015 von der Düngemittelverordnung<sup>1</sup> abgelöst.

Kupfer dient zudem seit langer Zeit als Pflanzenschutzmittel. Kupferpräparate werden in zahlreichen landwirtschaftlichen Kulturen gegen Pilzkrankheiten eingesetzt, so beispielsweise gegen Schorf in Äpfeln, gegen Kraut- und Knollenfäule in Kartoffeln oder gegen Falschen Mehltau in Hopfen oder Wein. Im ökologischen Landbau sind in den meisten Kulturen die ausgebrachten Reinkupfermengen pro Jahr nicht höher als 3 kg/ha, im ökologischen Hopfenbau sind es bis zu 4 kg/ha. Zugelassen sind in Deutschland und anderen europäischen Ländern zum Teil aber noch höhere Gesamtaufwandmengen je Kultur und Jahr. Die Zulassung unterscheidet nicht zwischen ökologischem und konventionellem Anbau.

### 2. Exposition von Verbrauchern gegenüber Kupfer

Verbraucher nehmen Kupfer über Lebensmittel auf. Bei Lebensmitteln pflanzlichen Ursprungs werden hohe Kupfergehalte besonders für Nüsse (13-37 mg/kg), Kakao-pulver (38 mg/kg), Ölsaaten (12-17 mg/kg), Hülsenfrüchte (6-8 mg/kg), Weizenkeime (17 mg/kg) und Weizenkleie (13 mg/kg) berichtet.<sup>2</sup> Zu den besonders kupferreichen Lebensmitteln tierischen Ursprungs zählen vor allem Leber (Kalbsleber: 55 mg/kg), Niere (4-8 mg/kg), Garnelen (11 mg/kg) und einige Käsearten (13 mg/kg).<sup>2</sup>

Ein weiterer wichtiger Expositionspfad ist die Aufnahme über das Trinkwasser. Zulässig sind in Deutschland nach Trinkwasserverordnung Gehalte von bis zu 2 mg/L im Trinkwasser.<sup>3</sup> Damit werden die Vorgaben der EU-Richtlinie 98/83/EG<sup>4</sup> umgesetzt. Hohe Kupfergehalte im Trinkwasser werden insbesondere dann beobachtet,

<sup>1</sup> Verordnung über das Inverkehrbringen von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln (Düngemittelverordnung - DüMV) vom 5. Dezember 2012 (BGBl. I S. 2482)

<sup>2</sup> Der kleine Souci – Fachmann – Kraut: Lebensmitteltabelle für die Praxis, Hrsg. Deutsche Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie, Wiss. Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart, 3. Auflage 2004

<sup>3</sup> Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung - TrinkwV 2001) in der Fassung der Bekanntmachung vom 2. August 2013 (BGBl. I S. 2977)

<sup>4</sup> Richtlinie 98/83/EG des Rates vom 3. November 1998 über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften, L 330/32, 05.12.1998

wenn Trinkwasserleitungen aus Kupfer an ihrer Innenseite eine zu dünne Kalkschicht aufweisen, was in kalkarmen Gebieten der Fall sein kann und/oder bei Trinkwasser mit relativ niedrigem pH-Wert (< 7,4). Wenn der pH-Wert des Wassers mindestens 7,8 beträgt, wird der Grenzwert für Kupfer fast immer eingehalten.<sup>5</sup> Kupferhaltige Nahrungsergänzungsmittel spielen in Deutschland eine untergeordnete Rolle.

Kupfer ist auch Bestandteil einiger Biozidprodukte (Desinfektionsmittel, Schutzmittel und Antifouling-Produkte), wobei diese in Hinblick auf eine mögliche Verbrauchereexposition nach bisherigem Kenntnisstand von geringer Bedeutung sind.

### 3. Empfohlene Kupferaufnahme

Schätzwerte für eine angemessene Zufuhr von Kupfer hat die Deutsche Gesellschaft für Ernährung e.V. veröffentlicht. Danach wird für Jugendliche (ab 15 Jahre) und Erwachsene eine Kupferzufuhr von 1,0-1,5 mg/Tag als angemessen angesehen, bei Säuglingen und Kleinkindern liegen die empfohlenen Gehalte entsprechend niedriger.<sup>6</sup>

Als sichere Gesamttageszufuhr (Tolerable Upper Intake Level) werden vom Scientific Committee on Food (SCF) der EFSA die folgenden Kupfer-Aufnahmemengen angesehen: bei einem Lebensalter von 1-3 Jahren 1 mg/Tag, bei 4- bis 6-jährigen Kindern 2 mg/Tag, bei 7- bis 10-jährigen 3 mg/kg, bei 11- bis 17-jährigen 4 mg/Tag und bei Erwachsenen 5 mg/Tag.<sup>7</sup>

Die für die Bundesrepublik Deutschland vorliegenden Daten zur Aufnahme von Kupfer weisen darauf hin, dass bei sonst gesunden Personen nicht mit einer unzureichenden Versorgung mit dem Spurenelement Kupfer zu rechnen ist. Aufgrund der guten Versorgungslage der hiesigen Bevölkerung mit Kupfer und der Tatsache, dass die 97,5-Perzentile der Gesamt-Kupferaufnahme für alle Altersgruppen eng bei den vom SCF genannten Upper Intake Levels liegt, sollte bei herkömmlichen Lebensmitteln des allgemeinen Verzehrs wie bisher auf eine Anreicherung mit Kupfer verzichtet werden. Ein Zusatz von Kupfer zu Nahrungsergänzungsmitteln wird ebenfalls nicht empfohlen.<sup>8</sup>

<sup>5</sup> Frage- und Antwortkatalog zu Kupfer im Trinkwasser (Stand: 30. April 2013) auf der Internetseite des Ministerium für Soziales, Gesundheit, Wissenschaft und Gleichstellung des Landes Schleswig-Holstein, [http://www.schleswig-holstein.de/MSGWG/DE/Service/Broschueren/PDF/frageAntwortKupfer\\_blob=publicationFile.pdf](http://www.schleswig-holstein.de/MSGWG/DE/Service/Broschueren/PDF/frageAntwortKupfer_blob=publicationFile.pdf)

<sup>6</sup> Deutsche Gesellschaft für Ernährung e.V., „Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr“; Hrsg: DGE, ÖGE, SGE, SVE; 1. Auflage, 4., korrigierter Nachdruck 2012, Neuer Umschau Buchverlag, <http://www.dge.de/wissenschaft/referenzwerte/kupfer-mangan-chrom-molybdaen/>

<sup>7</sup> Opinion of the Scientific Committee on Food on the Tolerable Upper Intake Level of Copper (expressed on 5 March 2003), [www.efsa.europa.eu/de/ndatopics/docs/ndatolerableuil.pdf](http://www.efsa.europa.eu/de/ndatopics/docs/ndatolerableuil.pdf)

<sup>8</sup> A. Domke, R. Großklaus, B. Niemann, H. Przyrembel, K. Richter, E. Schmidt, A. Weißenborn, B. Wörner, R. Ziegenhagen (Hrsg.) „Verwendung von Mineralstoffen in Lebensmitteln - Toxikologische und ernährungsphysiologische Aspekte, Teil II“, Bundesinstitut für Risikobewertung, Berlin, 2004, BfR-Wissenschaft 04/2004, ISBN 3-931675-88-2, [http://www.bfr.bund.de/cm/350/verwendung\\_von\\_mineralstoffen\\_in\\_lebensmitteln\\_bfr\\_wissenschaft\\_4\\_2004.pdf](http://www.bfr.bund.de/cm/350/verwendung_von_mineralstoffen_in_lebensmitteln_bfr_wissenschaft_4_2004.pdf)

#### 4. Vergleich der Ergebnisse aus Rückstandsversuchen mit Funden im Lebensmittel-Monitoring

Grundlage der Expositionsschätzung für Verbraucher gegenüber Pflanzenschutzmittelwirkstoffen und damit auch Grundlage der Festsetzung von Rückstandshöchstgehalten bilden Rückstandsversuche, die entsprechend der beantragten und zur Bekämpfung des Schaderregers erforderlichen Anwendung eines Pflanzenschutzmittels durchgeführt werden. Die Versuche sind unter kontrollierten Bedingungen so angelegt, dass die kritischste zulässige Anwendung geprüft wird: die höchste zulässige Applikationsmenge, die höchste zulässige Zahl von Applikationen, der späteste zulässige Applikationszeitpunkt sowie die kürzeste Wartezeit zwischen letzter Anwendung und Ernte. Aus den Versuchsergebnissen wird abgeleitet, welcher unvermeidbare Rückstand im Erntegut verbleibt.

##### Beispiel Weintrauben

Im Rahmen des EU-Verfahrens zur Genehmigung kupferhaltiger Wirkstoffe<sup>9,10</sup> war eine der geprüften repräsentativen Anwendungen die viermalige Behandlung von Weinreben mit Aufwandmengen von je 1,5-2 kg Cu/ha (verschiedene Kupfersalze, Aufwand bezogen auf die Menge Reinkupfer) mit einem Intervall von 7 Tagen. Die letzte Behandlung erfolgte 14-21 Tage vor der Ernte.

In Rückstandsversuchen, die unter diesen Bedingungen in verschiedenen Anbaugebieten der nördlichen (N-EU) und südlichen Rückstandszone der EU (S-EU) durchgeführt wurden, wurden die folgenden, ebenfalls auf Reinkupfer bezogenen Rückstände in Trauben ermittelt:

S-EU: 2,2; 4,1; 4,6; 5,1; 6,2; 7,0; 7,1; 7,5; 7,6; 8,7; 9,4; 11; 12 mg Cu/kg

Median: 7,1 mg Cu/kg

unbehandelte Kontrolle: 0,83-2,4 mg Cu/kg

N-EU: 3 x<5; 5,2; 6,8; 6,9; 7,5; 9,9; 12; 20; 30; 45; 56 mg Cu/kg

Median: 7,5 mg Cu/kg

unbehandelte Kontrolle: 0,54-4,8 mg Cu/kg

Aus diesen Kupfergehalten wurde der mit Verordnung (EG) Nr. 149/2008 in EU-Recht umgesetzte und noch immer geltende Rückstandshöchstgehalt für Kupfer in Tafel- und Keltertrauben von 50 mg/kg abgeleitet.

In unbehandelten Kontrollen wurde ebenfalls Kupfer nachgewiesen, was ein Indiz für die natürliche Hintergrundbelastung von Böden mit Kupfer bzw. für die Vorbelastung der seit langem genutzten Weinbergböden durch frühere Kupfer-Anwendungen ist.

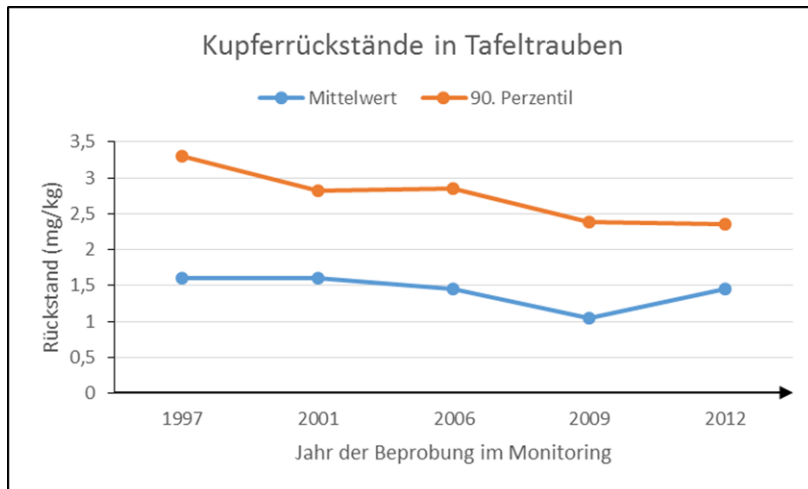
Tafeltrauben werden recht häufig im Rahmen des repräsentativen deutschen Lebensmittel-Monitorings untersucht. Die zusammengefassten Ergebnisse der Jahre 1997, 2001, 2006, 2009 und 2012 sind in Abbildung 1 dargestellt.

Insgesamt lässt sich über die Jahre ein Trend zu leicht abnehmenden Rückständen beobachten, vielleicht ein Indiz für die Kupferreduktionsstrategie in den vergangenen Jahren. Vergleicht man die Daten aus den kontrolliert durchgeführten Rückstandsversuchen, die jeweils die kritischsten zulässigen Anwendungsbedingungen widerspiegeln, mit den tatsächlich in Tafeltrauben auf dem deutschen Markt gefundenen Kupfergehalten, fällt auf, dass der Mittelwert der tatsächlichen Gehalte etwa um den Faktor 5 geringer ist als der Median aus den kontrollierten Rückstandsversuchen. Dies ist plausibel, denn nicht jeder Winzer schöpft die zulässige Kupfer-Aufwandmenge voll aus und auch die Mindestwartezeit nach der letzten Behandlung

<sup>9</sup> Copper, Revised DAR, April 2008, Rapporteur Member State France

<sup>10</sup> EFSA Scientific Report (2008) 187, 1-101, Conclusion on the peer review of copper compounds, [www.efsa.europa.eu/de/scdocs/doc/187r.pdf](http://www.efsa.europa.eu/de/scdocs/doc/187r.pdf)

kann sich in der Praxis witterungs- und kulturbedingt verlängern, was zu geringeren Kupfergehalten führt.



**Abbildung 1: Kupferrückstände in Tafeltrauben (nationales Lebensmittel-Monitoring<sup>11</sup>)**

### Beispiel Äpfel

Für ein kupferhaltiges Pflanzenschutzmittel wurden im Rahmen des Zulassungsverfahrens Rückstandsuntersuchungen für Anwendungen in Äpfeln vorgelegt und bewertet. In den Versuchen wurde eine zehnmalige Anwendung von je 0,23 kg Cu/ha mit Intervallen von 7-14 Tagen bewertet, die Wartezeit nach der letzten Anwendung betrug 0-3 Tage. Alle Versuche wurden in der nördlichen Rückstandszone der EU (N-EU) durchgeführt.

N-EU: 0,99; 1,4; 1,8; 2,1 (2); 2,2; 3,1 mg Cu/kg

Median: 2,1 mg Cu/kg

Unbehandelte Kontrolle: 0,3-1,0 mg Cu/kg

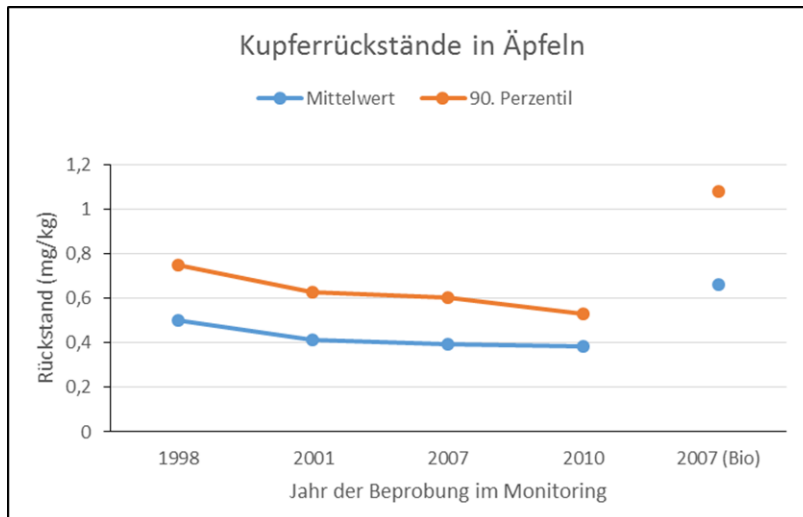
Der mit Verordnung (EG) Nr. 149/2008 festgesetzte und noch immer geltende Rückstandshöchstgehalt für Kupfer in Äpfeln beträgt 5 mg/kg.

Wie bereits bei unbehandelten Trauben traten auch in unbehandelten Äpfeln Kupferrückstände auf, die eine natürliche Hintergrundbelastung anzeigen.

Zu Kupferrückständen in Äpfeln liegen ebenfalls Ergebnisse aus dem repräsentativen deutschen Lebensmittel-Monitoring aus mehreren Jahren vor. Die zusammengefassten Ergebnisse der Jahre 1998, 2001, 2007 und 2010 sind in Abbildung 2 dargestellt. Während im Rahmen der repräsentativen Probenahme im Monitoring ökologisch erzeugte Ware nur entsprechend ihren typischen Marktanteilen mit erfasst wird, wurde im Jahr 2007 zusätzlich ein Projekt im Rahmen des Monitorings durchgeführt, bei dem ausschließlich ökologisch erzeugte Äpfel und Kartoffeln auf Rückstände von Kupfer untersucht wurden.

<sup>11</sup> BVL, Monitoringberichte und zugehörige Tabellenbände, [www.bvl.bund.de](http://www.bvl.bund.de)





**Abbildung 2: Kupferrückstände in Äpfeln (nationales Lebensmittel-Monitoring<sup>11</sup>)**

Wie bereits bei Weintrauben lässt sich auch bei Äpfeln über die Jahre eine leichte Abnahme der Kupferrückstände beobachten. Interessant ist ein Vergleich der repräsentativen Marktprobe im Jahr 2007 mit den Ergebnissen des Projekt-Monitorings aus demselben Jahr, bei dem ausschließlich ökologisch erzeugte Äpfel auf Kupfergehalte untersucht wurden (in Abbildung 2 gekennzeichnet als 2007 (Bio)). Man sieht, dass bei den ökologisch erzeugten Äpfeln das 90. Perzentil der Kupfergehalte nahezu doppelt so hoch ist wie in der normalen Marktprobe und auch der Mittelwert der Kupferbelastung deutlich höher liegt. Hierbei wird deutlich, dass gerade im ökologischen Anbau zur Bekämpfung von Pilzkrankheiten wenig Alternativen zu Kupfer bestehen und daher verstärkt auf Kupferpräparate zurückgegriffen wird.

Vergleicht man die Monitoringdaten mit den Ergebnissen aus den kontrollierten Rückstandsversuchen, ist wie bereits bei Weintrauben auch bei Äpfeln ersichtlich, dass die tatsächlich gefundenen Werte deutlich niedriger sind, vermutlich also auch bei Äpfeln nicht immer die maximal zulässige Aufwandmenge ausgeschöpft wird und tatsächliche Wartezeiten zwischen letzter Applikation und Ernte in vielen Fällen länger sind als in den kontrollierten Feldversuchen.

## 5. Risikobewertung für Verbraucher

### Toxizität

Die Toxizität von Kupfersalzen wird ausschließlich vom Kupfer darin bestimmt. Unabhängig von dem in Tierversuchen verwendeten und im zu bewertenden Pflanzenschutzmittel tatsächlich zum Einsatz kommenden Kupfersalz erfolgt die Bewertung der Toxizität von Kupfer daher immer bezogen auf den Reinkupfergehalt.

Aufgrund der geringen akuten Toxizität für den Menschen wurde für Kupfer keine akute Referenzdosis (ARfD) festgesetzt.

In Hinblick auf die chronische Toxizität von Kupfer hat die WHO im Jahr 1996 basierend auf Humandaten das akzeptable Level auf 0,15 mg Cu/kg KG/Tag für Kinder und 0,2 mg Cu/kg KG/Tag für Erwachsene festgesetzt.<sup>12</sup> Dies wird gestützt durch Ergebnisse aus Tierstudien (1 Jahr-Hundestudie, NOAEL = 15 mg Cu/kg KG/Tag, Sicherheitsfaktor 100). Die EFSA hat im Jahr 2008 die WHO-Bewertung bestätigt

<sup>12</sup> Trace Elements in Human Nutrition and Health, World Health Organization (WHO), Geneva 1996, ISBN 92 4 156173 4, <http://www.who.int/nutrition/publications/micronutrients/9241561734/en/>

und das UL (upper limit) der Kupferaufnahme auf 0,15 mg Cu/kg KG/Tag festgesetzt.<sup>10</sup>

### **Exposition**

Aufgrund der geringen akuten Toxizität von Kupfer ist keine Bewertung des akuten Risikos durch den einmaligen Verzehr großer Lebensmittelmengen mit hohen Kupfergehalten erforderlich.

Die Bewertung des chronischen Risikos für Verbraucher erfolgt unter der Annahme, dass alle Lebensmittel immer einen mittleren Kupferrückstand enthalten und in mittlerer Menge verzehrt werden. Gelegentliche Spitzen sind bei einer lebenslangen Betrachtung nicht von Bedeutung. Die Verzehrdaten werden dem deutschen NVS II-Modell entnommen, das Daten für 2- bis 4-jährige Kinder und 14- bis 80-jährige Erwachsene enthält.<sup>13</sup> Wie bereits weiter oben erläutert, kann Kupfer über verschiedene Pfade in Lebensmittel gelangen, nicht nur über Anwendungen im Pflanzenschutz. Abweichend von der Verfahrensweise bei anderen Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffen werden für Kupfer daher nicht die Medianwerte der Rückstände aus kontrollierten Rückstandsversuchen zur Bewertung herangezogen, sondern die im deutschen Lebensmittel-Monitoring bestimmten mittleren Kupfergehalte in Lebensmitteln. Dadurch ist sichergestellt, dass alle Eintragspfade mit erfasst werden. Es wird weiterhin angenommen, dass Trinkwasser Kupfer in Höhe des zulässigen Grenzwertes von 2 mg/L enthält. Hierbei ist die Verwendung eines Mittelwertes nicht sinnvoll, da die Höhe des Kupfergehalts durch die Ausstattung mit Kupferrohren sowie durch die Härte und den pH-Wert des Trinkwassers determiniert wird und einzelne Verbraucher dabei recht konstanten Gehalten ausgesetzt sind.

Für 2- bis 4-jährige Kinder wird unter diesen Annahmen eine Kupferaufnahme von 0,128 mg/kg KG/Tag errechnet, für 14- bis 80-jährige Erwachsene von 0,077 mg/kg KG/Tag.

### **Bewertung des Risikos für die deutsche Bevölkerung**

Die Kupferaufnahme von 0,128 mg/kg KG/Tag bei 2- bis 4-jährigen Kindern entspricht 85 % des UL von 0,15 mg Cu/kg KG/Tag. Bei Bezug auf ein Körpergewicht von ca. 16 kg in dieser Gruppe entspricht dies einer Aufnahme von 2 mg/Tag und liegt somit bereits im Bereich der vom Scientific Committee on Food (SCF) der EFSA abgeleiteten sicheren Gesamttageszufuhr von Kupfer in dieser Altersgruppe.

Die Kupferaufnahme von 0,077 mg/kg KG/Tag bei 14- bis 80-jährigen Erwachsenen entspricht 51 % des UL von 0,15 mg Cu/kg KG/Tag. Bei Bezug auf ein Körpergewicht von ca. 70 kg entspricht dies einer Aufnahme von 5 mg/Tag und liegt somit bereits im Bereich der vom SCF der EFSA abgeleiteten sicheren Gesamttageszufuhr von Kupfer in dieser Altersgruppe.

## **6. Fazit und Ausblick**

Auch wenn in der Vergangenheit bei der Diskussion kupferhaltiger Pflanzenschutzmittel der Fokus fast immer auf möglichen Auswirkungen auf die Umwelt lag, sollten Aspekte des gesundheitlichen Verbraucherschutzes in der Gesamtdiskussion nicht vernachlässigt werden. Die Kupferexposition von Verbrauchern in Deutschland, übergreifend über alle Anwendungsbereiche und gesetzlichen Regelwerke, kann im Bereich der sicheren Gesamttageszufuhr von Kupfer liegen. Damit besteht – gerade in Hinblick auf die Kupferaufnahme durch Kinder – kein Spielraum für einen weiteren

---

<sup>13</sup> Stellungnahme Nr. 046/2011 des BfR, 19.10.2011, <http://www.bfr.bund.de/cm/343/neues-bfr-modell-fuer-die-deutsche-bevoelkerung-im-alter-von-14-bis-80-jahren-nvs-2.pdf>

Anstieg von Kupfergehalten in viel verzehrten Lebensmitteln oder Trinkwasser. Die Kupferminimierungsstrategie sollte daher konsequent fortgeführt werden. Weitere Erkenntnisse zur tatsächlichen Kupferexposition der deutschen Bevölkerung sind aus der TDS (Total Diet Study) zu erwarten, die das BfR in den kommenden Jahren durchführen wird.

## Kupfereinsatz von Schweizer Biobauern

Bernhard Speiser, Esther Mieves<sup>1</sup> und Lucius Tamm  
 Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL), Ackerstraße 113, CH-5070 Frick  
 bernhard.speiser@fibl.org

<sup>1</sup>derzeitige Adresse: Universität Kassel, Fachgebiet Ökologischer Pflanzenschutz, Nordbahnhofstr. 1a, DE-37213 Witzenhausen.

### Einleitung

Kupfer ist eines der ältesten Pflanzenschutzmittel. In Schweizer Rebbergen wurde es bereits in den 1880er Jahren eingesetzt. Im Zeitraum zwischen 1920 und 1960 wurden sehr hohe Kupfermengen verwendet; manche Winzer brachten im Durchschnitt bis zu 50 kg/ha/Jahr aus (Rätz *et al.*, 1987). Heute ist für Kupferfungizide die Höchstmenge begrenzt.

In der Schweiz legt einerseits die Zulassungsstelle für Pflanzenschutzmittel Höchstmengen für die Landwirtschaft generell fest. Für den Biolandbau schreibt zudem die Bioverordnung Höchstmengen vor. Die so festgelegte Höchstmenge beträgt 4 kg/ha/Jahr Reinkupfer (bei Reben muss diese Höchstmenge über einen Zeitraum von fünf Jahren eingehalten werden). Die private Produzentenorganisation Bio Suisse schränkt Kupfer noch stärker ein und legt für Beeren eine Höchstmenge von 2 kg/ha/Jahr fest, und für Kernobst 1.5 kg/ha/Jahr (mit Ausnahmen bei Strategien im Zusammenhang mit der Bekämpfung des Feuerbrandes).

Schweizer Bioproduzenten sind sich der Kupferproblematik bewusst, und unternehmen grosse Anstrengungen, um auf ihrem Betrieb den Kupfereinsatz so weit als möglich zu minimieren. Die hier beschriebene Befragung von Biobauern liefert erste Zahlen zum effektiven Kupfereinsatz von Schweizer Bioproduzenten in der Praxis.

### Methoden

Für diese Untersuchung befragten wir Bio Suisse-Produzenten. Grundlage waren die Pflanzenschutzaufzeichnungen, welche für die Betriebskontrolle gemacht werden. Die Umfrage umfasste die Jahre 2009–2012.

Für Früchte und Gemüse befragten wir eine beschränkte Anzahl ausgewählter Produzenten. Ausgewählt wurden die wichtigsten Lieferanten eines Detaillisten. Die Befragten liefern einen beträchtlichen Anteil der Schweizer Bioproduktion (siehe Tab. 1). Für Wein machten wir einen Aufruf unter den Produzentinnen und Produzenten von Bio Suisse, worauf zwölf Biowinzer den Kupferverbrauch auf ihrem Betrieb meldeten. Anders als in den Bereichen Früchte und Gemüse fehlen in unserer Auswahl jedoch einige wichtige Winzerbetriebe. Zudem liegt der Anteil der mit PIWI-Sorten bestockten Flächen (PIWI = pilzwiderstandsfähig) in unserer Befragung über dem gesamtschweizerischen Flächenanteil dieser Sorten. Die Hochrechnung zum flächengewichteten Durchschnitt (siehe unten) korrigierte jedoch diese Verzerrung.

Der Kupfereinsatz pro Kultur wurde als flächengewichteter Durchschnitt über alle Produzenten und Jahre berechnet. Aus den Daten für Feldgemüse und Kartoffeln wurde zudem der durchschnittliche Kupfereinsatz für Fruchtfolgeflächen (über alle Kulturen) wie folgt hochgerechnet: (i) Von den Fruchtfolgekulturen dürfen Kartoffeln, Karotte, Sellerie und Kohl mit Kupfer behandelt werden. (ii) Für diese vier Kulturen wurde der flächengewichtete Kupfereinsatz ermittelt. (iii) Auf einem genauer untersuchten Modellbetrieb machten diese vier Kulturen zusammen 52 % der Fruchtfolge-

flächen aus. (iv) Dementsprechend wurde der Kupfereinsatz auf die gesamte Fruchtfolgefläche (alle Kulturen = 100 % der Fläche) hochgerechnet.

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

## Resultate

Die Ergebnisse sind in Tab. 1 dargestellt. Der durchschnittliche Kupfereinsatz pro Kultur ist in der zweitletzten Spalte angegeben. Der Anteil der befragten Produzenten, welche in den untersuchten Jahren mindestens einmal Kupfer einsetzten, ist in der letzten Spalte angegeben. Der durchschnittliche Kupfereinsatz unterschied sich je nach Kultur sehr stark. Bei Äpfeln, allen Beerenarten, Kohl, Tomaten und Gurken lag er unter 1 kg/ha/Jahr. Bei Birnen, Aprikosen und Karotten lag er zwischen 1 und 2 kg/ha/Jahr, und bei Kirschen, Kartoffeln und Sellerie lag er über 2 kg/ha/Jahr. Der durchschnittliche Kupfereinsatz auf Fruchtfolgeflächen wurde auf 0.7 kg/ha/Jahr geschätzt. Im Rebbau betrug der durchschnittliche Kupfereinsatz bei den Europäersorten 2.9 kg/ha/Jahr, und bei den PIWI-Sorten 0.5 kg/ha/Jahr. Der flächengewichtete Durchschnitt über alle Sorten wurde auf 2.5 kg/ha/Jahr geschätzt.

Im Obstbau, dem Rebbau und den meisten Feldkulturen setzte ein grosser Teil der Produzenten Kupfer ein, während bei Kohl und bei den Gewächshauskulturen Kupfer nur von einem kleinen Teil der Produzenten eingesetzt wurde.

## Diskussion

Für Bio Suisse-Betriebe gelten je nach Kultur unterschiedliche Höchstmengen an Reinkupfer (1.5 kg/ha/Jahr für Kernobst, 2 kg/ha/Jahr für Beeren, 4 kg/ha/Jahr für die übrigen Kulturen). Diese Höchstmengen wurden wie folgt ausgeschöpft: Kernobst 60 – 80 %; Steinobst rund 40 – 60 %; Beeren 5 – 30 %; Kartoffeln 70 %; Feldgemüse rund 3 – 70 %; Gewächshauskulturen rund 3 – 5 % und Reben rund 15 – 70 %. Somit unterschritten die befragten Produzenten bei allen Kulturen freiwillig die erlaubten Höchstmengen. Dies ist nur möglich, wenn sie die Krankheiten auf andere Weise kontrollieren können. Je nach Kultur stehen dafür heute verschiedene Alternativen unterschiedlicher Wirksamkeit zur Verfügung. Voraussetzung ist, dass die einzelnen Betriebe bereit sind, für die Kupferminimierung höhere Kosten und/oder grössere Risiken in Kauf zu nehmen.

Die derzeit bekannten technischen Möglichkeiten zur Kupferreduktion werden unserer Meinung nach von den Bioproduzenten weitgehend ausgeschöpft. Für weitere Reduktion sind technische Fortschritte notwendig. Bei der Interpretation dieser Zahlen sollte beachtet werden, dass in der Schweiz im Obst- und Weinbau Tonerdeprodukte als Alternativen zu Kupfer zur Verfügung stehen, während Phosphonate nicht erlaubt sind.

**Tabelle 1:** Befragte Produzenten und Kupfereinsatz für verschiedene Kulturen. \*Anteil Produzenten: Anteil der Produzenten, welche in den untersuchten Jahren mindestens einmal Kupfer einsetzten. Beispiel: «9 / 10»: 9 von 10 befragten Produzenten setzten Kupfer ein.

Kultur	Befragte Produzenten		Kupfereinsatz	
	Anzahl	Anteil an der Biofläche	Durchschnitt (kg/ha/Jahr)	Anteil Produzenten*
<b>Obstbau gesamt, davon</b>	<b>13</b>			
• Apfel	10	50 %	0.9	9 / 10
• Birne	6	50 %	1.2	5 / 6
• Aprikose	3	40 %	1.7	3 / 3
• Kirsche	2	10 %	2.5	2 / 2
• Brombeere	2	50 %	0.6	2 / 2
• Erdbeere	5	30 %	0.4	4 / 5
• Heidelbeere, Himbeere, Johannisbeere	5	30 %	0.1	5 / 5
<b>Feldkulturen gesamt, davon</b>	<b>7</b>			
• Kartoffel	6	10 %	2.8	6 / 6
• Karotte	4		1.4	3 / 4
• Sellerie	3		2.7	2 / 3
• Kohl	6		0.1	2 / 6
<i>Durchschnitt Fruchtfolgeflächen</i>			<i>0.7</i>	
<b>Gewächshauskulturen gesamt, davon</b>	<b>6</b>			
• Tomate	5		0.2	2 / 5
• Gurke	6		0.1	1 / 6
<b>Reben gesamt, davon</b>	<b>12</b>			
• Europäer-Sorten	8	11 %	2.9	8 / 8
• PIWI-Sorten	9	8 %	0.5	5 / 9
<i>Durchschnitt alle Sorten</i>			<i>2.5</i>	

### Dank

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

### Literatur

Räz, B., Schüep, H., Siegfried, W., 1987. Hundert Jahre Plasmopara-Bekämpfung und Kupfereintrag in die Rebberge. Schweizerische Zeitschrift für Obst- und Weinbau 123, 272-277.

## Langjährige Anwendung kupferhaltiger Pflanzenschutzmittel auf Sonderkulturflächen – 5 Jahre Datengenerierung – Resümee und Ausblick

Thomas Strumpf<sup>1</sup>, Dieter Felgentreu<sup>1</sup>, Nadine Herwig<sup>1</sup>, Bernd Hommel<sup>1</sup>, Peter Horney<sup>2</sup> & Jörn Strassemeyer<sup>2</sup>, thomas.strumpf@jki.bund.de

<sup>1</sup> Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für ökologische Chemie, Pflanzenanalytik und Vorratsschutz, Königin-Luise-Str. 19, D-14195 Berlin

<sup>2</sup> Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für Strategien und Folgenabschätzung Stahnsdorfer Damm 81, D-14532 Kleinmachnow

Es wird ein Überblick über die wichtigsten Ergebnisse 5jähriger Untersuchungen zum Thema „Langjährige Anwendung kupferhaltiger Pflanzenschutzmittel auf Sonderkulturflächen“ gegeben. Zugleich werden aktuelle Ergebnisse des Projektes „Auswirkungen von kupferhaltigen Pflanzenschutzmitteln auf die Bodenfruchtbarkeit unter Nutzung von Regenwürmern als Indikatoren am Beispiel Weinbau“ (Förderung durch das Bundesprogramm Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft der BLE - 2812NA010) [1] vorgestellt.

### Zusammenfassung der Ergebnisse

Kupferverbindungen sind für eine Verwendung als Bakterizid und Fungizid im Anhang II der Verordnung (EU) Nr. 540/2011 zur Durchführung der Verordnung (EG Nr. 1107/2009) des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich der Liste zugelassener Wirkstoffe aufgeführt. Die Befristung der Zulassung endet am 31. Januar 2018 [2]. Diese Befristung und die kritische Bewertung der Wirkungen von Kupfer auf Bodenorganismen einschließlich Wirbeltieren im Zulassungsverfahren erfordern Studien zu Verbleib, Verhalten, Exposition sowie zu Auswirkungen. Die Bereitstellung von validen Freilanddaten soll das Zulassungsverfahren unterstützen.

Die bisherigen Untersuchungen zum Verhalten, Verbleib und Exposition Cu-haltiger PSM zeigen, dass Kupfer nicht nur auf den einzelnen Weinanbauflächen, sondern auch in den Bodenkompartmenten unterschiedlich verteilt ist. Ein direkter Zusammenhang zwischen Belastungshöhe und kupferverfügbaren Anteilen ist nur tendenziell vorhanden. Im Vergleich zu den zum Teil relativ hohen Kupfergehalten im Boden sind die für Pflanzen und Bodenorganismen verfügbaren Anteile sehr gering. Der in einer Freilandstudie im Königswasser-Extrakt ermittelte Leaching-Alterungsfaktor (L/A-Faktor) liegt bei den in Bewirtschaftung befindlichen Rebflächen knapp unter der Größenordnung des von der EFSA akzeptierten und von der AGES vorgeschlagenen L/A-Faktors von 2,0 [3]. Unter Verwendung der Modellextrakte für mobiles Kupfer ( $\text{Cu}_{\text{CaCl}_2}$ ,  $\text{Cu}_{\text{NH}_4\text{NO}_3}$ ) wurden unterschiedliche Korrekturfaktoren ermittelt, so dass beide nicht zur Berechnung eines realistischen L/A-Faktors geeignet erscheinen.

Die Bewertung von zwei Extraktionsverfahren zur Prognose des Kupferanreicherungsverhaltens in Regenwürmern bei Böden in Weinbaustandorten ergab, dass bei der untersuchten Stichprobe von 78 Flächen (Prüf-, Referenz- und Kontrollflächen) ein doppelt logarithmischer Zusammenhang ( $R^2 > 0,8$ ) zwischen den Kupfergehalten im Bodenextrakt und den auf der Basis von Extraktgehalten berechneten Biokonzentrationsfaktoren der Regenwurmzönose vorhanden ist [3]. Aufgrund des hohen Bestimmtheitsmaßes wird vorgeschlagen, die Risiken für Bodenorganismen künftig unter Verwendung des  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ -Extrakts zu ermitteln.

Die in der Freilandstudie durchgeführten Erhebungen von Regenwurmgesellschaften bei 24 Betrieben des Qualitätsweinbaus [4] ergab, dass es aufgrund der vielfältigen Einflussfaktoren auf die Regenwurmgesellschaften schwierig ist, die direkten Auswirkungen von Kupfer sowohl im Freiland als auch im Labor separat zu erfassen. Weder der Shannon-Wiener-Index noch die Biomasse oder der Cu-Gehalt der Würmer zei-

gen eine enge Abhängigkeit mit dem Bodenkupfergehalt ( $\text{Cu}_{\text{ges.}}$ ). Eine hohe Diversität der Regenwurmgesellschaften geht (tendenziell) mit einer hohen Biomasse der endo- und epigäisch lebenden Regenwürmer pro  $\text{m}^2$  einher. Standardisierte Tests mit Weinbergsböden im Labor sind keine Alternative zu den Felderhebungen. Sie sind im Rahmen eines Monitorings nicht notwendig.

Bei der Prüfung mikrobieller Summen- und Aktivitätsparameter im Boden konnten ebenfalls keine direkten Zusammenhänge zum Kupfergehalt festgestellt werden. Eine Auftrennung in Teilflächenbeprobung statt Mischproben des Bodens erhöht nicht die Aussagekraft.

Alle in dieser Studie ermittelten Freilanddaten dienen der Validierung von Datenbanksystemen unter Einbeziehung GIS-basierter bewirtschaftungsrelevanter, pedologischer, biologischer und Klimadaten.

Die in den letzten Jahren durchgeführten Prüfungen zeigten, dass die Kupferverfügbarkeit, die Biodiversität und Abundanz von Regenwurmliegenschaften und die mikrobielle Aktivität multifaktoriell (z.B. Bodenparameter, Bewirtschaftungsdauer und -management, Klima, Alterung) beeinflusst werden. Einer Arbeitshypothese folgend, führt die Summe aller Einzeleinflussfaktoren zu standortbezogenen Kupferverfügbarkeiten. Um der enormen Standortvielfalt gerecht zu werden, sollten Nutzen-Risikobewertungen, Expositionsabschätzungen sowie die Bewertung der Auswirkungen von Cu-haltigen PSM auf Bodenzönosen standortbezogen unter Verwendung des verfügbaren Kupferanteiles durchgeführt werden.

[1] ANONYM, 2011: RL des BMELV zur Förderung von F-/E- Vorhaben sowie von Maßnahmen zum Technologie- und Wissenstransfer für eine nachhaltige Erzeugung, Verarbeitung und Vermarktung von landwirtschaftlichen Produkten vom 7. Juli 2011

[2] Durchführungsverordnung (EU) Nr. 85/2014 der Kommission vom 30. Januar 2014 zur Änderung der Durchführungsverordnung (EU) Nr. 540/2011 hinsichtlich der Verlängerung der Dauer der Genehmigung für den Wirkstoff Kupferverbindungen; ABl. Nr. L 28 vom 31.01.2014 S. 34

[3] Strumpf, T.; Strassemeyer, J.; Horney, P.; Herwig, N. & Stendel, U., 2015: Kupferverfügbarkeiten in Sonderkulturen – eine einfache Erstabschätzung des Leaching – Alterungsfaktors am Beispiel Qualitätsweinbau (Copper availability in specialty crops – a simple preliminary assessment of leaching - aging factor on the example quality viticulture). Journal für Kulturpflanzen 67(1), 5-21

[4] Strumpf, T.; Strassemeyer, J.; Krück, St.; Horney, P.; Hommel, B.; Felgentreu, D. & Herwig, N., 2015: Methodische Aspekte bei der Erhebung von Regenwurmliegenschaften im Qualitätsweinbau (Methodological aspects in the collection of earthworm communities in quality viticulture). Journal für Kulturpflanzen, 67(1), 22-31



## Neues Algenpräparat – Biostimulanz ohne Phosphonat

Bernard Monnet, Tilco Biochemie GmbH  
monnet@tilco-biochemie.de

### Alginure Biovital

*Biostimulator:* Vitalisierung des Immunsystems, beeinflusst Qualität und Ertrag und fördert die Produktion von sekundären Pflanzeninhaltsstoffen

*Zusammensetzung:* Algenmehl (kein Extrakt), Aminosäuren, Phosphat, Kalium  
Diese Zusammensetzung ist ähnlich der von Frutogard, aber anstatt Phosphonat ist nur Phosphat enthalten.

Die Versuche von Frau Dr. Heibertshausen zeigen, dass Alginure Biovital ähnliche Reaktionen in der Weinrebe-Pflanze auslöst wie mit Frutogard, nämlich die Produktion von sekundären Pflanzeninhaltsstoffen wie Salicylicsäure, Jasmonsäure, Ethylen... die das natürliche Resistenzsystem der Pflanze aktivieren. Dies geschieht durch die schnelle Produktion von PR 2 oder PR 5 (Pathogen Related Proteins), die die Pflanze vor Peronospora schützt. Andere Verteidigungsmechanismen wie die Produktion von Peroxyd werden auch aktiviert.

Die Versuche im Gewächshaus zeigten eine sehr gute Regulierung von Peronospora. Im Feldversuch waren die Resultate nicht zufriedenstellend. Die Gründe dafür können verschieden sein: Applikationsabstände von 10–12 Tagen sind eventuell zu lang; kürzere Wirkung; Regenstabilität, schon 18 mm Regen produzieren einen Wirkungsverlust.

Es wäre notwendig, die Formulierung zu optimieren.

Ob so ein Produkt von einer kleinen Firma weiter entwickelt werden kann, hängt hauptsächlich davon ab in welche Kategorie innerhalb des Pflanzenschutzgesetzes das Produkt zugeteilt wird. Aus heutiger Sicht sieht es so aus, dass Alginure Biovital als Pflanzenschutzprodukt bewertet wird, weil es eine gewisse Wirkung gegen Peronospora zeigt (auch wenn es nur eine geringe Wirkung im Feld zeigt) und weil es Algengerzeugnis enthält, wobei es kein Algenextract, wie in Annex I der EU-Verordnung steht, enthält. Für uns als kleines Unternehmen ist es nicht wirtschaftlich, so ein Produkt weiter zu entwickeln, wenn es als Pflanzenschutzmittel eingestuft wird. Es wird somit die Chance genommen, neue absolut sichere Produkte für den Öko-Anbau auf den Markt zu bringen. Als Pflanzenstärkungsmittel wäre das anders. Dafür müsste die Definition der Pflanzenschutzmittelwirkung neu und klarer definiert werden.

## **Inokulumreduzierung des Schorfpilzes als Beitrag zur Kupferminimierung bzw. zum Kupferverzicht in der ökologischen Apfelproduktion**

Bastian Benduhn  
 Öko-Obstbau Norddeutschland  
 Versuchs- und Beratungsring e.V.  
 Moorende 53  
 21635 Jork  
 Bastian.Benduhn@lwk-niedersachsen.de

Das vorgestellte Projekt wurde im Herbst des Jahres 2010 begonnen. Ziel der Versuchsarbeit ist die Ermittlung von Kupfer-Einsparpotentialen bei der Apfelschorfbekämpfung im ökologischen Obstbau. Sanitäre Maßnahmen sollen zu einer Senkung des Infektionsrisikos in der Primärsaison führen und damit die Basis für eine ausreichende Wirkungssicherheit von terminierten Applikationen alternativer, kupferfreier bzw. kupferreduzierter Pflanzenschutzmittel liefern.

Zu den im Rahmen des Projektes erprobten Verfahren gehört das mechanische Entfernen des Falllaubes aus den Obstanlagen mit Hilfe von Laubsammelgeräten. Dabei soll vor Beginn der Ascosporensaison (Frühjahr), in der es zur sexuellen Vermehrung des Schorfpilzes im letztjährigen Laub kommt, das Falllaub großräumig aus den Obstanlagen verbracht werden. An den beteiligten Versuchsstandorten, Bavendorf (Kompetenzzentrum Obstbau-Bodensee), Klein-Altendorf (DLR-Rheinpfalz) und Jork (Öko-Obstbau Norddeutschland) sind im Zeitraum Frühjahr 2011 bis einschließlich 2014 jeweils Parzellen mit Laubsaugereinsatz mit Parzellen ohne Laubsaugereinsatz verglichen worden. Zusätzlich zum mechanischen Entfernen des Laubes wurden verschiedene Pflanzenschutzvarianten, sowohl in den Parzellen mit als auch ohne Falllaub erprobt.

Erfasst wurde zum einen die direkte Wirkung der Laubsammelgeräte auf die Laubmenge sowie zum anderen die indirekte Wirkung auf das Auftreten des Apfelschorfes mit Hilfe von Rosetten-, Langtrieb- u. Fruchtschorfbonituren.

Die direkte Wirkung auf die in den Obstanlagen verbleibenden Laubmengen beläuft sich auf 39 bis rund 94 % Reduzierung. Mit Hilfe von anschließender Handräumung konnte auch ein Wert von annähernd 100 % erreicht werden. Das arithmetische Mittel aller nur mit Maschineneinsatz erreichten Reduzierungen liegt im Durchschnitt der vergangenen Versuchsjahre bei rund 68 % an allen drei Standorten. Die Unterschiede in den Wirkungsgraden wurden dabei hauptsächlich durch unterschiedliche Beschaffenheiten der Obstanlagen verursacht, so führen beispielsweise Unebenheiten, wie tiefe Fahrspuren, zu spürbar verringerten Räumleistungen der Laubsauger.

Die Wirkung auf das Auftreten des Apfelschorfs unterschied sich an den Standorten zwischen den Jahren, als auch zwischen den Standorten/ Regionen teilweise erheblich. Betrachtet man isoliert das Auftreten von Schorf auf den Früchten in den Standardpflanzenschutzvarianten, die an allen Versuchsstandorten vergleichbar durchgeführt wurden, so wurden am Standort DLR-Rheinpfalz in den Jahren 2012 und 2014 positive Wirkungsgrade von rund 45, bzw. rund 25 % erreicht. Am Standort Jork (ÖON) konnten in den Jahren 2012 bis 2014 positive Ergebnisse beim Schorfbefall der Früchte erreicht werden, die Wirkungsgrade lagen zwischen 12 und 40 %. Durchweg positive Wirkungsgrade beim Schorfbefall der Früchte wurden am Standort Bavendorf (KOB) erreicht, hier bewegten sich die Wirkungsgrade zwischen 52 und 72 %. Tendenziell wurden bei höherem Schorfbefall bessere Wirkungsgrade erzielt. Inwieweit in den einzelnen Regionen das Verfahren fester Bestandteil einer kombinierten Schorfvermeidungsstrategie unter gleichzeitiger Reduzierung des Kupferaufwandes werden kann, ist gegenwärtig noch nicht abzuschätzen. Das Projekt

wird durch das Bundesprogramm Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft gefördert, Förderkennzeichen 2809OE044.

## **Mehrjährige Versuchsergebnisse zum Einfluss von Vinasse-Behandlungen zum Blattfall auf Laubbau, Sporenbildung sowie den resultierenden Befall mit Apfelschorf**

Sascha Buchleither

Kompetenzzentrum Obstbau Bodensee

Schuhmacherhof 6, 88213 Ravensburg

Email: buchleither@kob-bavendorf.de

*In den vergangenen vier Jahren wurden am KOB in Bavendorf im Rahmen des BÖLN-Projektes „Inokulumreduktion des Schorfpilzes als Beitrag zur Kupferminimierung in der ökologischen Apfelproduktion“ mehrere Versuche mit Vinassebehandlungen zum Laubfall durchgeführt. Sowohl in randomisierten Versuchen mit Laubdepots als auch in Großparzellenversuchen auf Praxisbetrieben konnte ein tendenziell beschleunigter und insgesamt stärkerer Laubbau in den mit Vinasse behandelten Varianten festgestellt werden. Darüber hinaus konnte in allen Versuchsjahren ein Einfluss der Vinassebehandlung auf die Sporenbildung im Falllaub festgestellt werden, der in einer z.T. deutlich reduzierten Anzahl reifer Ascosporen resultierte.*

Um unterschiedliche Vinasse-Produkte in einer randomisierten Versuchsanstellung mit einheitlichen Bedingungen testen zu können, wurden in den Jahren 2011-2013 Laubdepot-Versuche angelegt. Damit sollte der Einfluss unterschiedlicher Vinassen auf den Laubbau und die Sporenbildung untersucht werden. Die Behandlungen erfolgten jeweils im Spätjahr zu beginnendem Blattfall in einer einheitlich mit Schorf befallenen, ökologisch bewirtschafteten Jonagold-Anlage am Kompetenzzentrum Obstbau Bodensee. Die Vinasse-Produkte „Biorga“, „Biofa“ und „Provita“ wurden dabei mit Hilfe einer Tunnelspritze 33%ig (2011) bzw. 25%ig (2012, 2013) bei einer Gesamtaufwandmenge von 500 l/ha und Meter Kronenhöhe appliziert. Nach der Ausbringung wurden je Variante einheitlich stark mit Schorf befallene Blätter entnommen, die anschließend in definierter Menge zur Überwinterung im Freiland unter Gitterkäfigen ausgelegt wurden.

Zur Ermittlung der Sporenreifung im Laub wurden die Laubdepots auf Bändchengewebe ausgelegt, um einen Abbau durch Regenwürmer zu verhindern. Um die zum jeweiligen Probenahmezeitpunkt vorhandene Anzahl reifer Ascosporen vollständig erfassen zu können, wurden die Laubdepots jeweils vor den Beprobungsterminen temporär überdacht. Damit wurde ein natürlicher Ausstoß der Ascosporen bei Regen unterbunden. Probenahmen und Auswertungen mittels Wasserbadmethode nach Kollar erfolgten jährlich zu Beginn der Ascosporenreife Anfang April sowie zum Zeitpunkt der höchsten Sporenreife Anfang Mai.

Mit Ausnahme einer Messung im April 2012 war die Anzahl reifer Ascosporen im Laub aller Vinasse-Varianten zu jedem Untersuchungstermin geringer als in der Kontrollvariante. Im Jahr 2011 konnten im April 640.000 Sporen je Gramm Laubmasse aus dem Laub der Kontrollvariante ausgewaschen werden. Die entsprechende Anzahl ausgewaschener Ascosporen lag in den Vinasse-Varianten mit 283.000 (Biofa), 260.000 (Provita) und 265.000 (Biorga) signifikant niedriger. Das Sporenpotential wurde in den Vinasse-Varianten somit um 56% bis 60% reduziert. Bei der zweiten Probenahme im Mai 2011 wurden aus den mit Vinasse behandelten Blättern 52% bis 72% weniger Ascosporen ausgewaschen als aus den unbehandelten Blättern. Im Jahr 2012 gab es bei der ersten Untersuchung im April noch keine deutlichen Unterschiede hinsichtlich der Anzahl reifer Ascosporen zwischen den drei Vinasse-Varianten und der unbehandelten Kontrolle. Jedoch konnte im Mai 2012 ei-

ne gegenüber der Kontrollvariante um 32% bis 44% reduzierte Ascosporenmenge in den Vinasse-Varianten ermittelt werden. Im Jahr 2013 konnten die insgesamt höchsten Reduktionsraten in den Vinasse-Varianten festgestellt werden. Im April 2013 war die ermittelte Ascosporenmenge in den Vinasse-Varianten 75% (Biofa), 56% (Provita) bzw. 85% (Biorga) geringer als in der Kontrollvariante. Im Mai 2013 konnten Reduktionsraten zwischen 46% und 56% ermittelt werden.

Um einen Einfluss der Vinasse-Behandlung auf die Sporenreifung über die gesamte Ascosporensaison fortlaufend abzubilden, wurde in der Saison 2014 die gesamte Sporenreifungsphase mittels Ascosporenfallen erfasst. Hierzu wurden die jeweils aus einem Laubdepot mit und ohne Vinasse-Behandlung ausgestoßenen Ascosporen kontinuierlich mittels Mycotrap-Sporenfallen gefangen und ausgezählt. In diesem einjährigen Versuch zeigte sich über die gesamte Primärschorfphase hinweg eine deutlich reduzierte Anzahl ausgestoßener Ascosporen im mit Vinasse behandelten Laub. Die Reduktion der Ascosporenmenge zeigte sich insbesondere in Phasen starker Sporenreifung in hohem Maße.

Eine einmalige Behandlung mit Vinasse zum Blattfall scheint darüber hinaus einen positiven Einfluss auf den Laubabbau auszuüben. Im gesamten Versuchszeitraum führten mit Ausnahme der Behandlungen mit „Biofa“ 2011 und „Biorga“ 2013 alle Vinasse-Behandlungen im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle bereits in den Wintermonaten zu einem schnelleren Laubabbau. Resultierend daraus konnte in den mit Vinasse behandelten Varianten tendenziell eine insgesamt geringere Restlaubmenge im folgenden Frühjahr ermittelt werden. Vor allem in Jahren mit allgemein geringem und verzögertem Laubabbau wie z.B. in 2011, war der Laubabbau fördernde Einfluss der Vinassen deutlich sichtbar. Die Ergebnisse der Laubdepotversuche waren jedoch in keinem Jahr signifikant.

Zusätzlich zu den Laubdepot-Versuchen wurden zwischen 2012 und 2014 insgesamt 7 Großparzellenversuche auf ökologisch wirtschaftenden Praxisbetrieben in der Bodenseeregion durchgeführt. In den Praxisversuchen kam ausschließlich das Vinasse-Produkt „Biofa“ zum Einsatz. Die Behandlungen wurden mit der jeweils betriebsüblichen Applikationstechnik 25%ig bei einer Gesamtaufwandmenge von 500 l/ha und Meter Kronenhöhe ausgebracht. Die einheitlich mit Schorf befallenen Versuchsanlagen wurden dabei großflächig in Parzellen mit und ohne zusätzliche Vinasse-Behandlung zum Laubfall unterteilt. Während der Schorfsaison erfolgte in den Versuchspartellen jeweils ein einheitlicher, betriebsüblicher Pflanzenschutz.

Auch bei der direkten Erfassung der Restlaubmengen in den Freilandversuchen wiesen die mit Vinasse behandelten Parzellen in allen Fällen eine geringere Restlaubmenge auf als die Kontrollparzellen. Mit der einmaligen Applikation von Vinasse konnte die Laubmenge im Versuchszeitraum gegenüber der Kontrolle um 25% bis 88% reduziert werden. Darüber hinaus konnte auch der Anteil schorfbefallener Langtriebblätter in allen Praxisversuchen tendenziell um 18% bis 51% reduziert werden. Dieser Effekt trat umso stärker auf, je höher der Schorfbefall in der Kontrollparzelle war.

Vergleichbare Ergebnisse zeigten sich im Versuchsjahr 2014 auch in Versuchen, die im Rahmen des Projektes seitens des DLR Rheinpfalz in der Region Rheinland Pfalz durchgeführt wurden. In Großparzellenversuchen auf mehreren Praxisbetrieben konnte auch dort bei der Mehrzahl der Versuchspartellen eine zwischen 28% und 74% verringerte Laubmenge in den mit Vinasse behandelten Parzellen ermittelt werden. In diesen einjährigen Großparzellenversuchen zeigte sich auf drei von vier Versuchspartellen zudem ein geringerer Schorfbefall an den Blättern der Langtriebe in den mit Vinasse behandelten Varianten.

## Aktueller Stand der Versuche zur Kupferminimierungsstrategie in Öko-Apfelanlagen mit hohem Schorfdruck/Resistenzdurchbruch

Barbara Pfeiffer

Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für Wein- und Obstbau Weinsberg

barbara.pfeiffer@lvwo.bwl.de

### Aktueller Stand der Versuche zur Kupferminimierungsstrategie in Öko-Apfelanlagen mit hohem Schorfdruck/Resistenzdurchbruch

an der LVWO Weinsberg

1. Zur Erinnerung: Situation im Schorffjahr 2013
2. Welche phytosanitären Maßnahmen wurden in der Versuchsanlage ergriffen?
3. Aktuelle Ergebnisse aus dem Falllaubversuch Winter 2013/2014
4. Schorfsituation 2014



Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt  
für Wein- und Obstbau Weinsberg

Barbara Pfeiffer, Sven Bermig



08. Mai 2013: Ganz klein und harmlos, fast nicht zu sehen!  
Unterseite allererstes winziges Rosettenblatt

## Eine häufige Wettersituation im Sommer 2013!



Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt  
für Wein- und Obstbau Weinsberg

Barbara Pfeiffer, Sven Bermig

## 2. Welche phytosanitären Maßnahmen wurden in der Versuchsanlage (knapp 1 ha) ergriffen?

**aufbauend auf den Ergebnissen aus den BÖLN-Projekten 2809OE07 (JKI Dossenheim) und 2809OE103 (LVWO Weinsberg) zum Falllaub:**

Dezember 2013:

1. Behandlung mit Leiber Hefe Bouillon N 6 % ig insbesondere in den Reihen ‚Elstar‘ und ‚GoldRush‘ (hoher Schorfdruck + hohe Laubmengen) auf das Laub am Boden

**Sehr milder Winter mit günstigen Bedingungen um den Jahreswechsel für die Regenwürmer**



Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt  
für Wein- und Obstbau Weinsberg

Barbara Pfeiffer, Sven Bermig

## 2. Welche phytosanitären Maßnahmen wurden in der Versuchsanlage (knapp 1 ha) ergriffen?

Mitte Februar nach Kontrolle der verbliebenen Blattrestmengen:

2. Behandlung mit Leiber Hefe Bouillon N 6 % ig oder 4 %ig (längst nicht mehr überall notwendig)

Wegen sich abzeichnendem sehr frühen Vegetationsbeginn im März Einsammeln der letzten Falllaubreste mit Laubgebläse und Auffangbehälter (deutlich reduzierte Restmengen im Vergleich zum Winter davor)

Beginn Schorfversuche Freiland mit 1. Spritzung am 14.03.2014

um den 07.04. Blühbeginn bei den Äpfeln – 1.x hohes Askosporenpotential 14.04.



Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt  
für Wein- und Obstbau Weinsberg

Barbara Pfeiffer

## 3. Wichtige Ergebnisse aus dem Falllaubversuch

Winter 2013/2014 – Jonagold-Blätter

geplante Varianten	1. Behandlung	2. Behandlung	3. Behandlung	4. Behandlung
Kontrolle	keine	keine	keine	keine
Hefe Bouill. N LS 6 %ig 4x	04/12/2013	09/01/2014	nicht mehr nötig	nicht mehr nötig
Hefe Bouill. N LS 6 %ig 2x			20/02/2014	nicht mehr nötig
Hefe Bouill. N LS 30 %ig 2x	04/12/2013	09/01/2014	nicht mehr nötig	nicht mehr nötig
Hefe Bouill. N LS 15 %ig 2x		09/01/2014	nicht mehr nötig	nicht mehr nötig
Vin. AMN 913 50 %ig	04/12/2013			

Auslage der Blätter am 15. November 2013 jeweils 250 g/Gitter mit 0,5 m<sup>2</sup>



Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt  
für Wein- und Obstbau Weinsberg

Barbara Pfeiffer, Sven Bermig



### 3. Wichtige Ergebnisse aus dem Falllaubversuch

Winter 2013/2014 – GoldRush-Blätter

Varianten geplant	1. Behandlung	2. Behandlung	3. Behandlung	4. Behandlung
Kontrolle	keine	keine	keine	keine
Hefe Bouill. N LS 6 %ig 4x	04/12/2013	09/01/2014	20/02/2014	nicht mehr nötig
Hefe Bouill. N LS 30 %ig 2x	04/12/2013	09/01/2014		
Hefe Bouill. N LS 15 %ig 2x		09/01/2014	20/02/2014	

Auslage der Blätter am 22. November 2013 jeweils 250 g/Gitter mit 0,5 m<sup>2</sup>



Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt  
für Wein- und Obstbau Weinsberg

Barbara Pfeiffer, Sven Bermig

### Eindrücke aus dem aktuellen Versuch (28. Januar 2014):



Links Jonagold Kontrolle



rechts GoldRush Kontrolle



Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt  
für Wein- und Obstbau Weinsberg

Franziska Porsche (JKI Dossenheim),  
Sven Bermig, Naomi Nietsch, Barbara Pfeiffer

**Eindrücke aus dem Falllaub-Versuch (Jonagold - 28. Januar 2014):**



Links Kontrolle



rechts Hefe 30 %



Links Hefe 6 %



rechts Hefe spät 15 %



Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt  
für Wein- und Obstbau Weinsberg

Franziska Porsche (JKI Dossenheim),  
Sven Bermig, Naomi Nietsch, Barbara Pfeiffer

**Eindrücke aus dem Falllaub-Versuch (GoldRush 28. Januar 2014):**



Links Kontrolle



rechts Hefe 30 %



Links Hefe 6 %



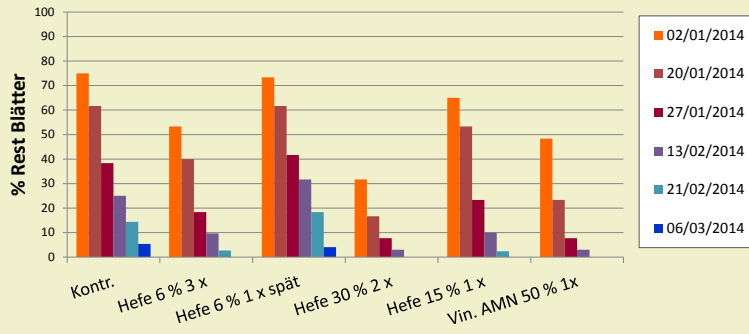
rechts Hefe spät 15 %



Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt  
für Wein- und Obstbau Weinsberg

Franziska Porsche (JKI Dossenheim),  
Sven Bermig, Naomi Nietsch, Barbara Pfeiffer

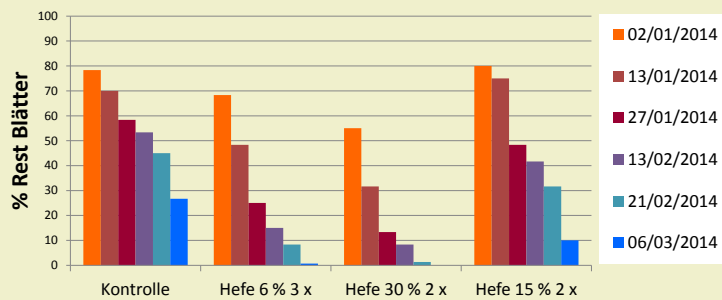
**Abbauverlauf bei verschiedenen  
Falllaubbehandlungen Winter 2013/2014  
Blätter der Sorte Jonagold**



Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt  
für Wein- und Obstbau Weinsberg

Barbara Pfeiffer, Sven Bermig

**Abbauverlauf bei verschiedenen  
Falllaubbehandlungen Winter 2013/2014  
Blätter der Sorte GoldRush**



Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt  
für Wein- und Obstbau Weinsberg

Barbara Pfeiffer, Sven Bermig

### 3. Aktuelle Ergebnisse aus dem Falllaubversuch Winter 2013/2014

Tendenziell ein etwas langsamerer Abbau bei GoldRush als bei Jonagold (Inhaltsstoffe, Besiedelung durch natürliche Mikroorganismen oder Blattstruktur anders?)

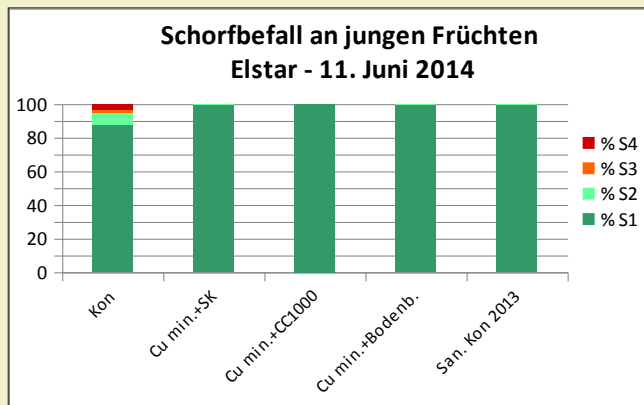
Alle Behandlungen haben den Regenwürmern so gut gemundet, dass bis zum Beginn der Askosporensaison **keine Blätter mehr für die Probenentnahme** (geplant war die Wasserbadmethode nach Andreas Kollar) vorhanden waren!



Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt  
für Wein- und Obstbau Weinsberg

Barbara Pfeiffer, Sven Bermig

### 4. Schorfsituation 2014 – zunächst sehr entspannt!



Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt  
für Wein- und Obstbau Weinsberg

Barbara Pfeiffer

### Eindrücke aus dem Öko-Quartier Winter 2013:



Pinova 28. Januar



Elstar 28. Januar

### Noch einige Fragen rund um die optimalen Anwendungsmodalitäten offen!



Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt  
für Wein- und Obstbau Weinsberg

Franziska Porsche (JKI Dossenheim),  
Sven Bermig, Naomi Nietsch, Barbara Pfeiffer



**Aber: mit zunehmender Frühjahrstrockenheit des Bodens  
wird der Abbau der Blätter durch die Regenwürmer gebremst**  
Nur langsame Vermehrung der Regenwürmer (nur 1 Generation/Jahr)



Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt  
für Wein- und Obstbau Weinsberg

Franziska Porsche (JKI Dossenheim),  
Sven Bermig, Naomi Nietsch, Barbara Pfeiffer



## Kupferminimierungsstrategien im ökologischen Obstbau

Jürgen Zimmer

Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum Rheinpfalz

Campus Klein-Altendorf 2, 53359 Rheinbach

juergen.zimmer@dlr.rlp.de

Die Bekämpfung des Apfelschorfes (*Venturia inaequalis*) ist in den Obstbaubetrieben, die nach ökologischen Richtlinien wirtschaften, von zentraler Bedeutung (Abb. 1). 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. Durch Versuche konnte bereits bewiesen werden, dass die Anzahl der Applikationen auch im ökologischen Anbau durch gezielte Schorfbekämpfung nach Prognosemodellen mit CURATIO reduziert werden kann. Ebenfalls konnten in Versuchen mit niedrigen Kupferdosierungen mit der neuen Generation der Kupferhydroxidpräparate gute Bekämpfungserfolge verzeichnet werden.



Abb. 1: Blattschorf

### Basis der Kupferminimierung

Die Basis der Kupferminimierung bei der Apfelschorfbekämpfung im ökologischen Obstbau bestimmen mehrere Faktoren, die die Grundvoraussetzung für eine erfolgreiche Bekämpfungsstrategie darstellen:

#### • Standortwahl

Die Standortwahl ist durch die Lage der Betriebsflächen größtenteils vorgegeben. Aber auch innerhalb der einzelnen Flächen kann ein unterschiedliches Mikroklima herrschen. Wenn die Möglichkeit besteht, sollten Parzellen mit Äpfeln bepflanzt werden, die nach einer Regenschauer aufgrund ihrer Lage ein zügiges Abtrocknen des Bestandes ermöglichen. Nach einem Regenereignis ist die Länge der Blattfeuchte entscheidend, ob die in der Primärschorfsaison ausgeschleuderten Ascosporen zu einer Schorfinfektion führen. Daher kommt es bei Parzellen, die an Bachläufen oder Senken liegen, durch eine höhere und längere Blattfeuchte zu günstigeren Infektionsbedingungen, die zu stärkeren und häufigeren Schorfinfektionen führen.

#### • Pflanzenbauliche Maßnahmen

Hierzu zählen alle Maßnahmen, die zu einem harmonischen Wachstum und somit zu einem "ruhigen Baum" führen. Dadurch kommt es nach einem Regenereignis zu einem besseren Abtrocknen des Bestandes und somit zu einer kürzeren Infektionsphase. Die dem Standort angepasste Sorten- und Unterlagenkombination ist entscheidend für das spätere Wachstum und besitzt indirekt somit auch einen Einfluss auf den Schorfbefall. Ein früher Triebschluss führt zu einem deutlich geringeren Spätschorfbefall. Fehler bei den Schnittmaßnahmen im Sommer, die zu einem Neuaustrieb führen, erhöhen den Schorfbefall.

### • Schorffresistente, schorffrobuste Sorten

Mit der angepflanzten Sorte wird bereits die erforderliche Intensität und das Risiko der Produktion festgelegt. Momentan sind nur wenige robuste Apfelsorten auf dem Markt, die gleichzeitig die Anforderungen der Produzenten, des Handels und der Verbraucher erfüllen. Die Fördergemeinschaft ökologischer Obstbau e.V. (Föko) bemüht sich um einen intensiven Austausch mit Züchtern und Sortenprüfern, um neben den bereits etablierten schorffresistenten Sorte wie z. B. 'Topaz' weitere Sorten in den Anbau einzuführen. Durch die Initiative des Arbeitskreises Sorten und Züchtung der Föko, dem Obstproduzenten, Berater und Sortenprüfer angehören, ist es gelungen, die neue schorffresistente Apfelsorte 'NATYRA'® bis 2017 für den ökologischen Obstbau exklusiv zu sichern. Erst ab 2017 darf die Sorte unter einem anderen Namen auch im konventionellen Anbau angebaut und vermarktet werden. Weitere Sorten sollen in den nächsten Jahren folgen. Bedingt durch einen flächendeckenden Schorfdurchbruch bei den vf-resistenten Sorten in allen deutschen Anbaugebieten im Jahr 2013 ist eine gewisse Unsicherheit entstanden. Die Einführung weiterer schorffresistenter Sorten, bei denen die Schorffresistenz nur auf einem Gen beruht, wie es bei der vf- Resistenz der Fall ist, ist zukünftig zu unsicher. Daher ist es wichtig, Sortenzüchtungsprogramme mit dem Ziel der polygenen Resistenz zu fördern und zu unterstützen.

### • Phytosanitäre Maßnahmen

Hierzu zählen alle Maßnahmen, die das potentielle Ascosporenpotential in der Apfelanlage reduzieren. Grundvoraussetzung für eine erfolgreiche Schorfbekämpfung ist ein niedriges Ascosporenpotential im Frühjahr. Besonders in Jahren nach starkem Schorfbefall ist eine Reduzierung des Ascosporenpotentials sehr wichtig. Dies kann durch gezielte phytosanitäre Maßnahmen, wie z. B. Blattdüngung nach der Ernte im Herbst mit stickstoffhaltigen Düngern (z. B. Aminosol PS, Vinasse, Melasse), Häckseln des Falllaubes nach dem Blattfall erreicht werden. Alle diese Maßnahmen führen zu einer deutlichen Reduzierung des Ascosporenpotentials und somit zu einem geringeren Schorfdruck. Weiterhin lassen sich die im Frühjahr noch vorhandenen Blätter mit einem Laubsauger aus der Obstanlage entfernen (Abb. 2). Durch das Entfernen des Falllaubes mit dem Schorfinokulum, kann sich der Wirkungsgrad bei allen durchzuführenden Schorfbekämpfungen während der Vegetation erhöhen.



Abb.2: Laubsauger "Emma"

### • Prognosemodelle

Bei Betrachtung der Lebensweise des Schorfpilzes ist ersichtlich, dass nicht alleine die schorffreien Äpfel im Herbst Aufschluss über die Effektivität der jährlichen Schorfbekämpfung geben. Vielmehr kann durch eine Kontrolle des Blattschorfbefalls nach der Ernte eine Aussage über den Bekämpfungserfolg getroffen werden. Der Beginn des Schorfbefalls fängt bereits mit dem herbstlichen Blattfall an. Über die Wintermonate findet im abgefallenen Blatt die geschlechtliche Phase statt, deren Endprodukt das Perithecium mit Sporenschläuchen und den darin enthaltenen Ascosporen ist. Das Ausschleudern der nach und nach reifenden Ascosporen wird im Frühjahr durch Regen ausgelöst und erstreckt sich über einen Zeitraum von ca. zwei

Monaten. Ascosporen, die auf eine Wirtspflanze gelangen, können unter günstigen Witterungsbedingungen (Temperatur, Blattnässe) keimen und dringen mit ihrer Keimhyphye in das junge Gewebe ein. Nach erfolgter Infektion entsteht an der Eindringstelle ein Schorffleck. Der Zeitraum, in dem die Ascosporen ausgeschleudert werden, wird Primärschorfphase genannt. Durch intensive Untersuchungen durch MILLS Anfang bis Mitte des 20. Jahrhunderts wurde in der sogenannten Mills- Tabelle erstmals ein detaillierter Zusammenhang der Parameter Temperatur und Blattnässedauer dargestellt. Anhand der Tabelle kann abgelesen werden, wie lange das Apfelblatt nach einem erfolgten Ascosporenausstoß bei einer bestimmten Temperatur nass sein muss, damit eine Infektion erfolgt. Auf Grundlage dieser Berechnungen beruhen unsere heutigen Schorfprognosemodelle (Abb. 3). Anhand solcher Programme können gezielte Applikationen in das Keimungsfenster des Schorfpilzes vorgenommen werden. Somit lässt sich die Effektivität der durchgeführten Maßnahme deutlich erhöhen und die Anzahl der notwendigen Schorfbehandlungen deutlich reduzieren.

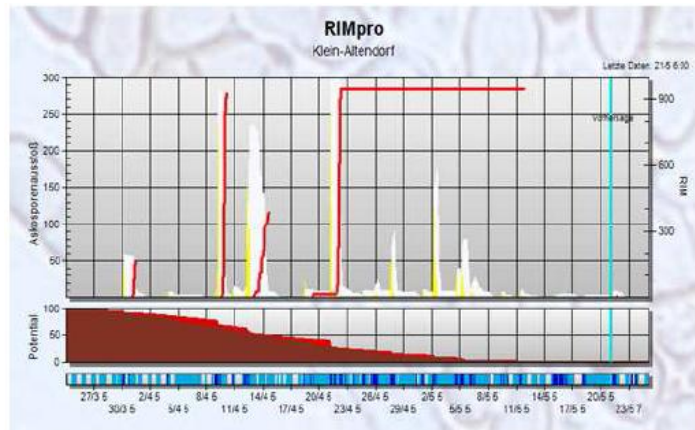


Abb. 3: RIMpro Schorfprognosemodell

### Direkte Maßnahmen

Ziel ist es, den Eintrag von Kupfer auf landwirtschaftlichen Nutzflächen deutlich zu verringern. Ein Teil der Gesamtstrategie zur Reduzierung des Kupfereintrags ist die Prüfung der direkten Maßnahmen.

In dem BLE-Projekt "Weiterentwicklung einer Strategie zur Reduzierung bzw. Substitution des Kupfereinsatzes bei der Apfelschorfbekämpfung im ökologischen Obstbau", wird an fünf Versuchsstandorten (Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum Rheinpfalz, Klein-Altendorf; Öko-Obstbau Norddeutschland, Jork; Kompetenzzentrum Obstbau Bodensee, Bavendorf; Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Dresden-Pillnitz; Bio-Protect GmbH, Konstanz) mit dem Ziel der Entwicklung einer sicheren Schorfbekämpfungsstrategie geforscht, die im Laufe der Schorfsaison auf kupferfreie oder kupferminimierte Präparate zurückgreift. Bevor ein Freilandversuch erfolgt, werden die Alternativprodukte und deren Kombinationen auf ihre Effizienz bei der Bekämpfung des Schorfpilzes hin untersucht. Hierzu dient das bei der Firma Bio-Protect GmbH in Konstanz etablierte in-vivo Testsystem. Erfolg versprechende Präparate werden dann im nächsten Schritt unter Freilandbedingungen an mehreren Standorten auf ihre Wirksamkeit getestet. Während der Projektlaufzeit wurden 59 Präparate sowie 25 Mischungen zu verschiedenen Einsatzzeitpunkten, protektiv, in die Keimungsphase und kurativ, getestet. Weiterhin wurden einige Präparaten auf ihre Regenfestigkeit bei verschiedenen Regenintensitäten getestet. Insgesamt wurden 799 Versuche durchgeführt. Im Jahr 2014 wurde eine Kalkmilchlösung auf ihre Wirkung gegen den Schorfpilz untersucht. Bei dem Applikationstermin ins Keimungsfenster zurzeit der Sporenkeimung wurde mit einem Wirkungsgrad von 94 % die beste Wirkung erzielt. Kalkmilchlösung auf (Calciumhydroxid) zeigte somit unter Laborbedingungen eine gute Wirkung, sodass 2015 weiterführende Freilandversuche durchgeführt werden. Bei *Saccalia*

**BÖLN**

Bundesprogramm Ökologischer Landbau  
und andere Formen nachhaltiger  
Landwirtschaft

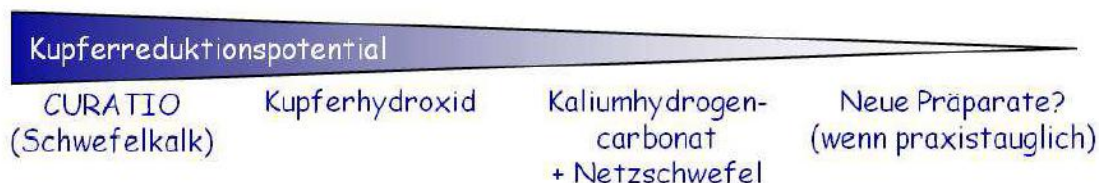


(Staudenknöterich) konnte keine Wirkung auf den Schorfpilz festgestellt werden. Die neue Kupferformulierung CuCaps (mikroverkapseltes Kupfer (Kupferhydroxid)) wirkt bis 100 g Cu/ha stabil und ist regenfest, niedrigere Konzentrationen sind instabiler. In den Freilandversuchen wird getestet, inwieweit mit Alternativpräparaten eine verlässliche Wirkung gegen den Schorfpilz erzielt werden kann. Hieraus werden Praxisvarianten entwickelt, die aus der Kombination mehrerer Präparate bestehen. Diese werden dann in der jeweiligen Witterungssituation zum optimalen Applikationszeitpunkt eingesetzt. Hierbei erfolgen die Applikationen unter besonderer Berücksichtigung von Schorfprognosemodellen. In der Primärschorfphase 2014 wurde eine weitere Reduzierung der eingesetzten Kupferaufwandmenge bei Cuprozin progress um 20 % gegenüber der zugelassenen Mittelaufwandmenge in mehreren Versuchen überprüft. Hierbei zeigte sich, dass die Reduzierung der eingesetzten Kupferaufwandmenge in allen durchgeführten Versuchen zu einem deutlichen Mehrbefall führte. Auch in den Versuchen, in denen ganz auf den Einsatz von Kupfer bei der Schorfbekämpfung verzichtet wurde, wurde im Laufe der Sekundärschorfphase ein deutlich höherer Spätschorfbefall ermittelt (Abb. 4). Hierbei zeigte sich, dass durch die regenreichen Monate Juli und August ein regenstabiles Mittel, wie Kupfer, bei der Schorfbekämpfung bislang unerlässlich ist.



Abb. 4: Spätschorfbefall in kupferfreien Variante

#### Kupferreduktionspotential (abfallende Reduktion):



#### Bisheriges Fazit:

Aus den gewonnenen Erkenntnissen, in dem direkte Maßnahmen zur Schorfbekämpfung verglichen werden, kann bis jetzt folgendes Fazit gezogen werden:

- Alternativprodukte zeigen eine gute Wirkung in der Labortestung, fallen aber häufig unter Freilandbedingungen deutlich ab (Regenbeständigkeit, UV Stabilität usw.).
- CURATIO in das Keimungsfenster appliziert, erweist sich als die effektivste und zuverlässigste Möglichkeit der Kupferreduzierung.
- Kaliumhydrogencarbonate können in Kombination mit Netzschwefel, je nach Witterungsbedingungen, eine zusätzliche Möglichkeit in der Apfelschorfbekämpfung darstellen.
- Auch beim Einsatz von niedrigen Kupfermengen (150-300 g Reinkupfer) vor der Blüte ist ein positiver Effekt bei der Reduzierung des Schorfbefalls ersichtlich.
- Eine deutliche Kupferreduzierung kann bei der Apfelschorfbekämpfung durch die neue Generation von Kupferpräparaten in der Form von Kupferhydroxid erzielt werden.

- Eine weitere Reduzierung der Kupferaufwandmenge bei Cuprozin progress um 20 % der zugelassenen Mittelaufwandmenge führte zu einem deutlichen Mehrbefall.
- Während der Sekundärschorfphase werden regenstabile Präparate zur Schorfbekämpfung benötigt.
- Der Einsatz des sauren Gesteinsmehls Myco-Sin (pH-Wert 3,8) führte in allen Versuchen bei der Sorte 'Pinova' zu einer deutlichen Reduzierung des Gloeosporiumbefalls und trägt somit zur Kupferreduktion bei.

## Minimierung des Einsatzes kupferhaltiger Fungizide im ökologischen Hopfenbau: aktuelle Versuchsergebnisse 2014

Florian Weihrauch & Johannes Schwarz

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft,

Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Hopfenforschungszentrum Hüll

### Zusammenfassung

In den Jahren 2010 bis 2013 wurden im Rahmen eines vierjährigen, von der BLE über das 'Bundesprogramm Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft' (BÖLN) geförderten Forschungsprojektes Möglichkeiten zur Reduzierung der Kupferaufwandmenge bei der Bekämpfung des Falschen Mehltaus im ökologischen Hopfenbau gesucht. Hintergrund war das im Juli 2010 von den Öko-Verbänden formulierte 'Strategiepapier zu Kupfer als Pflanzenschutzmittel unter besonderer Berücksichtigung des Ökologischen Landbaus', in dem die weitere Vorgehensweise zur schrittweisen Lösung des Kupferproblematik im Ökolandbau skizziert wurde. Darin wurde folgendes 'kurzfristiges Ziel' formuliert: »Innerhalb der nächsten fünf Jahre soll die zulässige Aufwandmenge von derzeit 3 [Hopfen: 4] kg/ha im Durchschnitt über alle Kulturen auf 2,5 [Hopfen: 3] kg/ha reduziert werden«. Im Zuge des BÖLN-Projektes konnten nur in zwei Versuchsjahren wirklich aussagekräftige Ergebnisse erzielt werden, die allerdings belegen, dass mit modernen Pflanzenschutzmitteln auf Basis von Kupfer-Hydroxid eine Reduktion auf 3 kg Cu/ha und Jahr möglich sein sollte. In Kombination mit Pflanzenstärkungsmitteln trat zudem in allen Fällen eine Wirkungsverbesserung ein. Dieses kurzfristige Ziel des 'Strategiepapiers Kupfer' wurde somit erfüllt. Die Ergebnisse gelten allerdings einschränkend nur für Peronospora-tolerante Zuchtsorten, nicht für anfällige Landsorten, die im ökologischen Hopfenbau aber kaum mehr eine Rolle spielen.

Es muss allerdings betont werden, dass kupferhaltige Pflanzenschutzmittel im Hopfenbau auch weiterhin nicht ersetzt werden können. Die Kupferreduktion auch über das aktuelle Ziel von 3 kg Cu/ha hinaus muss weiter vorangebracht werden, um mögliche negative Umweltwirkungen weiter zu minimieren. Nach dem Ende des BÖLN-Projektes haben wir daher mit Mitteln der Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG e.G. die Versuche im Jahr 2014 im gleichen Rahmen und am selben Standort weitergeführt. Folgende Varianten wurden 2014 getestet:

Variante 1 - unbehandelte Kontrolle

Variante 2-4 - Funguran progress (Kupfer-Hydroxid, Fa. Spiess-Urania), 2, 3 und 4 kg/ha

Variante 5-7 - CuCaps (mikroverkapseltes Kupfersulfat, Fa. Agrolytix), 1, 2 und 3 kg/ha

Variante 8 - CuCaps plus mikroverkapselter Süßholz-Extrakt (Fa. Trifolio-M/Agrolytix), 1 kg/ha

Variante 9 - CuCaps plus Myco-Sin, 2 kg/ha

Variante 10-11 - Funguran progress plus Biplantol, 2 und 3 kg/ha

Variante 12 - Funguran progress plus Myco-Sin, 2 kg/ha

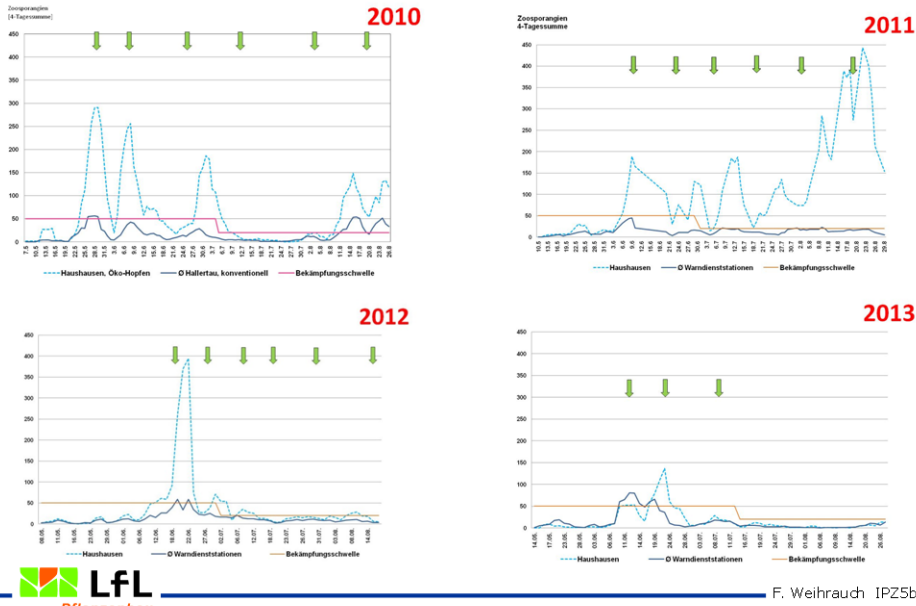
Variante 13 - Biocin-F Pflanzenstärkung (Fa. Biocin Europe), völlig Cu-frei

Variante 14 - Funguran progress plus Flavonin Agro 50 (Fa. Clean Nature Solutions, Wien), 2 kg/ha

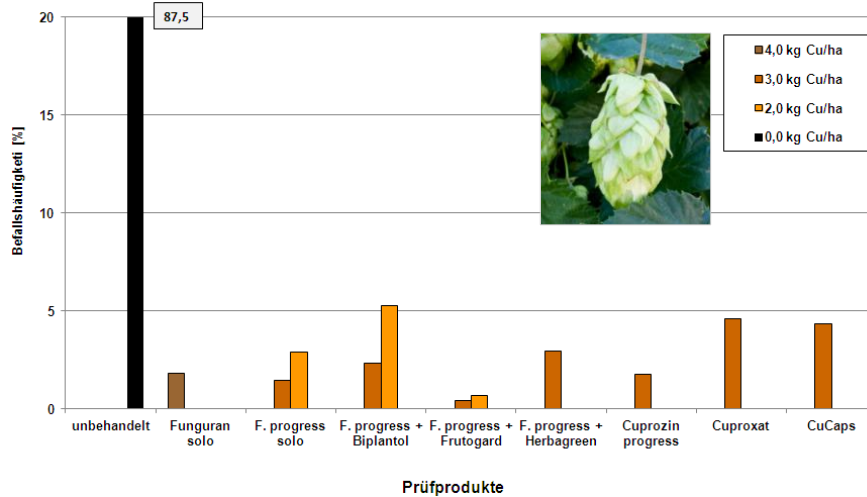
Die Ergebnisse 2014 zeigten, dass die kupferfreie Biocin-Variante (Variante 13) mit ca. 70 % Doldenbefall zur Ernte praktisch genauso schlecht abschnitt wie die unbehandelte Kontrolle. Auch die reine 1 kg/ha-Variante der CuCaps (Variante 5-7) erzielte mit ca. 47 % Doldenbefall ein untragbares Ergebnis, wobei die 1 kg/ha in Mischung mit dem Süßholz-Extrakt eine deutliche Wirkungsverbesserung erzielten (11

% Doldenbefall) (Variante 8). Die übrigen Varianten lagen praktisch alle unter 10 % Doldenbefall, wobei die Varianten mit 3 kg Cu/ha durchwegs besser abschnitten und hier stets ein befriedigender Bekämpfungserfolg der Peronospora von weniger als 5 % Doldenbefall registriert wurde. Die Versuche werden 2015 und 2016 weitergeführt.

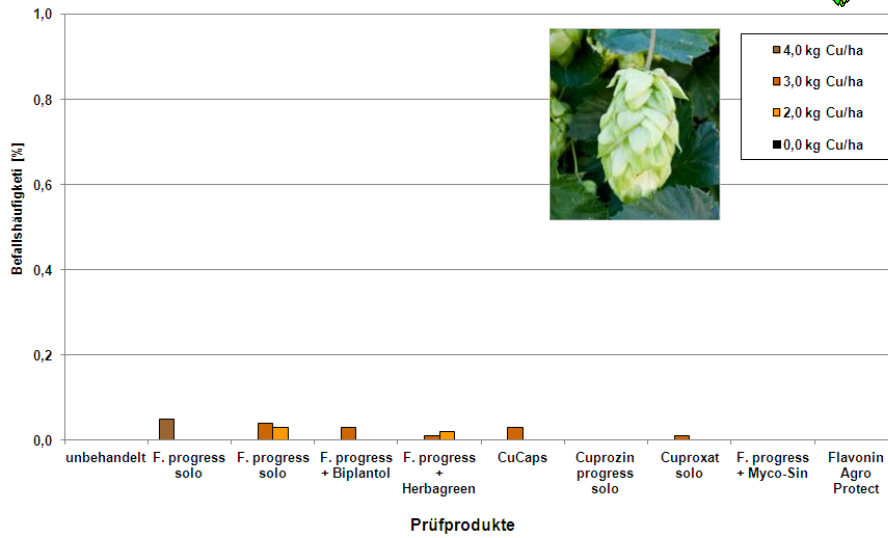
## Peronospora-Befallsdruck 2010 - 2013



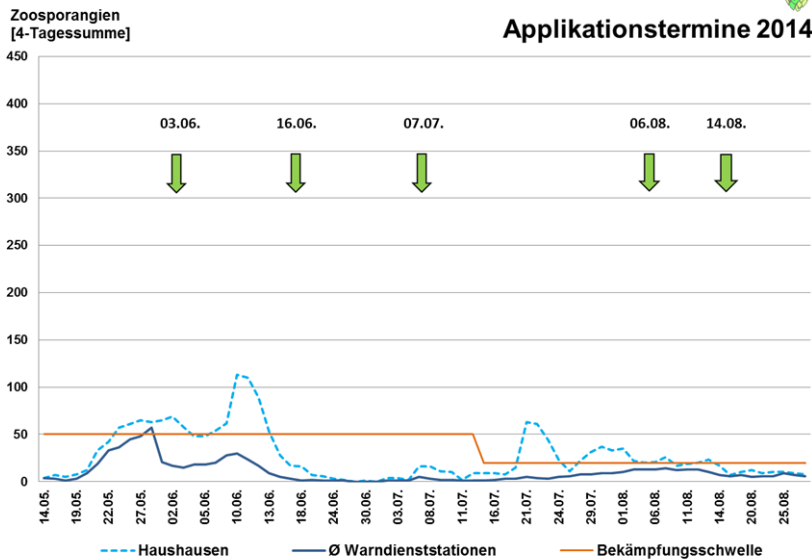
## Doldenbefall, 23. August 2012



## Doldenbefall, 22. August 2013



## Peronospora-Befallsdruck 2014



## Geprüfte Varianten 2014



- 1 unbehandelte Kontrolle, 0 kg/ha
- 2-4 Funguran progress, 4 kg/ha, 3 kg/ha, 2 kg/ha
- 5-7 CuCaps, 3 kg/ha, 2 kg/ha, 1 kg/ha
- 8 CuCaps plus mikroverkapselter Süßholz-Extrakt (Fa. Trifolio-M/Agrolytix), 1 kg/ha
- 9 CuCaps plus Myco-Sin, 2 kg/ha
- 10-11 Funguran progress plus Biplantol, 3 kg/ha, 2 kg/ha
- 12 Funguran progress plus Myco-Sin, 2 kg/ha
- 13 Biocin-F Pflanzenstärkungsmittel (Fa. Biocin Europe), 0 kg/ha
- 14 Funguran progress plus Flavonin Agro Complete (Fa. Clean Nature Solutions), 2 kg/ha

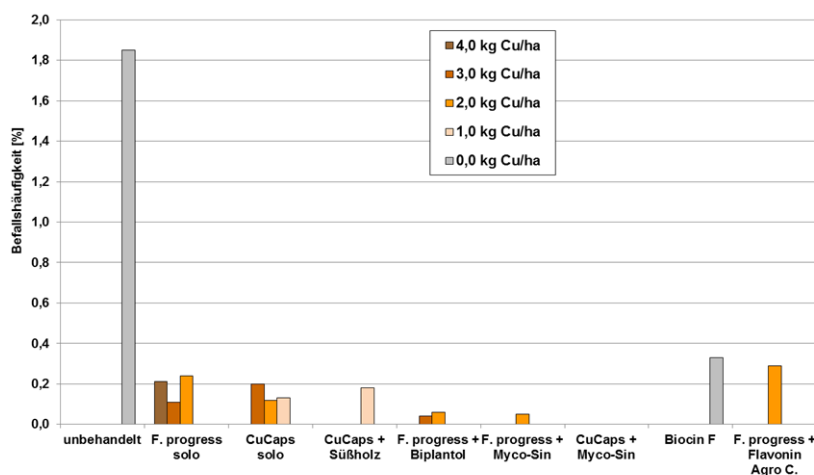


F. Weihrauch IPZSb

## Ergebnisse 2014



Peronospora - Blütenbefall, Haushausen, Sorte PE  
2. Bonitur am 01.08.2014

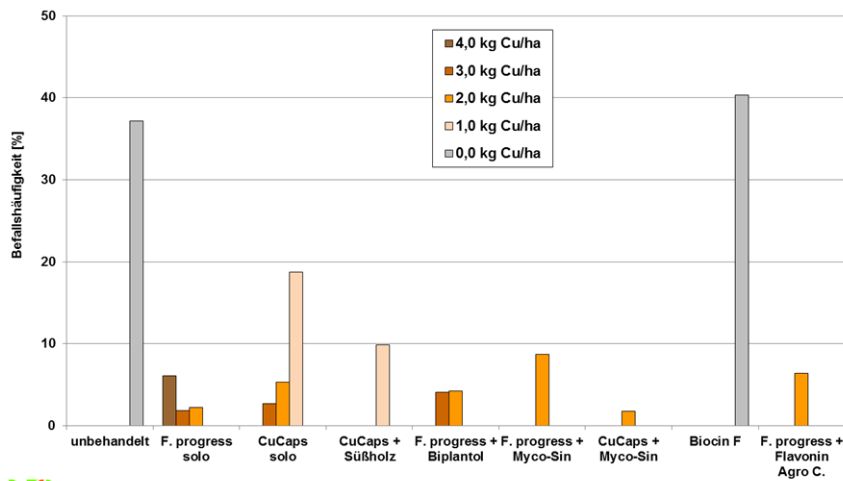


F. Weihrauch IPZSb

## Ergebnisse 2014



Peronospora - Doldenbefall, Haushausen, Sorte PE  
3. Bonitur am 20.08.2014

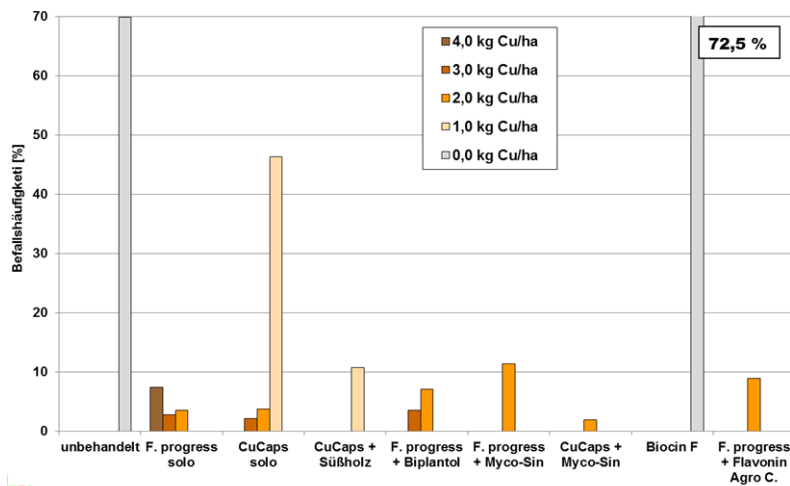


F. Weihrauch IPZSb

## Ergebnisse 2014



Peronospora - Doldenbefall, Haushausen, Sorte PE  
Endbonitur am 02.09.2014

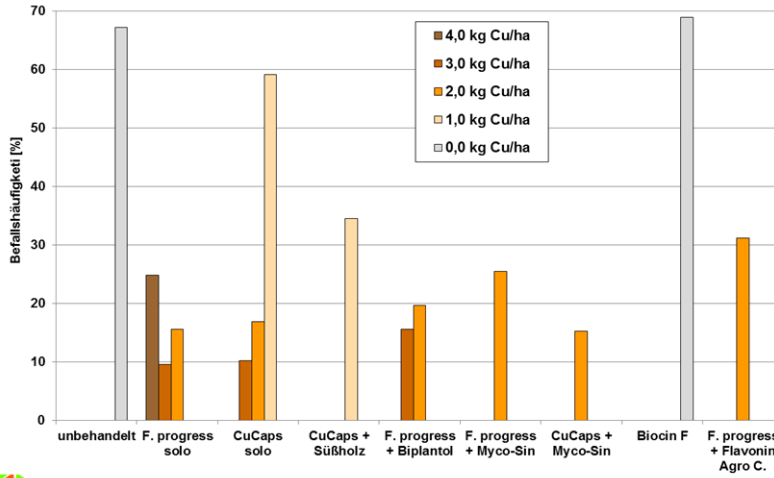


F. Weihrauch IPZSb

## Ergebnisse 2014



Peronospora - Doldenbefall, Haushausen, Sorte PE  
Ernte-Bonitur (Trockenhopfen) am 05.09.2014

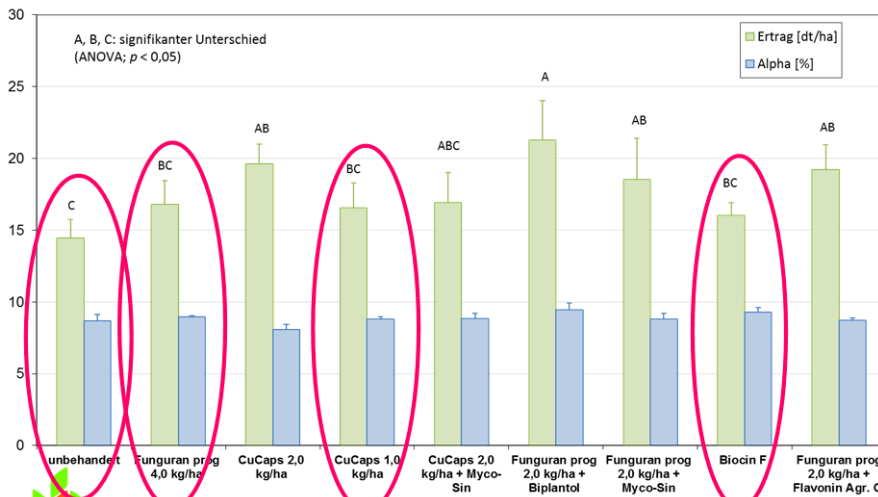


F. Weihrach IPZSb

## Ergebnisse 2014



Versuchsernte HVG-Kupferreduktion, Haushausen, 05.09.2014 Sorte: PE



F. Weihrach IPZSb



## **Kupferminimierungs- und Vermeidungsstrategien für den ökologischen Kartoffelanbau, Teilprojekt A: Maßnahmen zur Reduktion des Primärbefalls**

Jan Nechwatal

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)

Institut für Pflanzenschutz (IPS3c)

Lange Point 10, 85354 Freising, Jan.Nechwatal@lfl.bayern.de

Die Kraut- und Knollenfäule der Kartoffel (*Phytophthora infestans*) kann im ökologischen Kartoffelanbau schwere wirtschaftliche Einbußen verursachen. Sie kann bislang nur durch die Anwendung von Kupfer-Präparaten effektiv reguliert und bekämpft werden. Die Anreicherungsproblematik im Boden und mögliche negative Auswirkungen auf Nicht-Ziel-Organismen machen jedoch eine Reduktion des Kupfereinsatzes erforderlich.

Ausgangspunkt der Epidemie ist in vielen Fällen die infizierte Pflanzknolle, von der aus sich primäre Infektionsstellen bilden. Vom infizierten Kraut in die Dämme gespülte Sporen infizieren wiederum die neuen Knollen und somit das Pflanzgut für die nächste Saison. Im Rahmen eines Projektes zur Reduzierung des Kupfereinsatzes sollen Wege zur Reduktion des Primärbefalls im ökologischen Kartoffelbau gefunden werden. Dies soll einerseits über eine Krautbehandlung mit kupferfreien Alternativmitteln und andererseits über eine Knollenbeizung mit Kupfer bzw. Alternativmitteln erreicht werden.

In zahlreichen Labor-, Gewächshaus- und Freilandversuchen wurden diverse kommerzielle und nicht-kommerzielle Präparate auf ihre Eignung als Kupferalternativen getestet. Laborergebnisse mit künstlich infizierten, behandelten Einzelblättern liegen bislang für über 20 alternative Präparate vor. Hier konnten bei einigen Mitteln Wirkungsgrade ähnlich wie bei Kupferhydroxid erreicht werden. Diese Ergebnisse konnten auch an ganzen, künstlich infizierten Pflanzen in Topfversuchen unter kontrollierten Bedingungen bestätigt werden. Die wirksamsten Präparate (Chitosan, ein Knöterich-Präparat, je ein Süßholz-, ein Schachtelhalm- und ein Zitrus-Testmittel sowie ein Blattdünger mit niedrigem Kupfergehalt) wurden auch in Feldversuchen unter Praxisbedingungen getestet. Aussagekräftige Daten aus Feldversuchen liegen derzeit noch nicht für alle der nach Labortests besonders wirksamen Präparate vor. Süßholz, Chitosan und das Schachtelhalm-Mittel zeigten in einem Kleinparzellen-Versuch eine gewisse Wirkung gegen Blattbefall, trotz eines sehr späten Epidemiebeginns. Andere Alternativmittel zeigten keine Wirkung im Feldversuch. Die Kombination von reduzierten Kupfermengen mit Alternativmitteln brachte in der vergangenen Saison keine verbesserte Wirkung, jedoch ist diese Strategie – ebenso wie die Wirksamkeit der Kupfer-Alternativen insgesamt – stark vom Befallsverlauf abhängig.

Auch Knollenbeizungen vor der Lagerung bzw. vor der Pflanzung können einen gewissen Schutz vor *Phytophthora*-Infektionen bieten. In Gewächshausversuchen mit künstlich infizierten Knollen brachten viele der getesteten Alternativmittel sowie eine Warmwasserbehandlung eine Erhöhung der Überlebensrate der auswachsenden Kartoffelpflanzen, bzw. eine Verringerung der Fäule an gelagerten Knollen. Dies deutet darauf hin, dass die Mittel gegen den die Knolle besiedelnden Erreger wirken

können. Phosphonat, ein Hefe-Präparat und Chitosan zeigen die beste Wirkung. In Feldversuchen konnte eine Wirkung auf den Befallsverlauf jedoch noch nicht eindeutig nachgewiesen werden.

Zusammen mit weiteren ackerbaulichen und technischen Maßnahmen wie mechanischer oder thermischer Krautreduktion könnten Blattbehandlungen und Beizungen mit bestimmten alternativen Mittel im Austausch für oder in Ergänzung zu Kupfer Teil einer Krautfäule-Behandlungsstrategie für den ökologischen Kartoffelbau werden und so der angestrebten weiteren Reduktion der Kupfereinsatzmengen dienen. Allerdings müssten hierzu weitere Feldversuche unter unterschiedlichem *Phytophthora*-Befallsdruck durchgeführt werden. Außerdem müssten die Mittel hinsichtlich ihrer UV- und Regenstabilität optimiert werden.

## **Kupferminimierungs- und Vermeidungsstrategien für den ökologischen Kartoffelanbau, Teilprojekt B: Ackerbauliche Strategien**

Sebastian Grabendorfer

Technische Universität München

Lehrstuhl für Ökologischen Landbau und Pflanzenbausysteme

Liesel-Beckmann-Str. 2

85354 Freising

Als weiterer möglicher Beitrag zu einer Kupferminimierung im ökologischen Kartoffelanbau werden acker- und pflanzenbauliche Maßnahmen und deren Effekte auf Knollenerträge und Krautfäulebefall untersucht. Grundlage für das Teilprojekt B ist die auf Beobachtungen gestützte Hypothese, dass Zwischenfrüchte positive Wirkungen auf die Folgefrucht Kartoffel hinsichtlich *Phytophthora infestans* sowie weiterer Phytopathogene besitzen.

Neben der Überprüfung verschiedener Zwischenfruchteffekte, wurde insbesondere die Anwendbarkeit und Wirksamkeit der Methode der Biofumigation im ökologischen Kartoffelanbau getestet. Biofumigation beschreibt dabei die gezielte Nutzung des anti-phytopathogenen Potentials von *Brassicaceae* im Zwischenfruchtanbau. Verschiedene *Brassicaceae*, z.B. Sareptasenf, Winterrübse oder Ölrettich, werden als Zwischenfrucht vor Kartoffeln angebaut und im Herbst bei noch relativ hohen Temperaturen gemulcht und mit einer Fräse in den Boden eingearbeitet. Durch das Zerkleinern der glucosinolatreichen Pflanzen wird die Bildung von Isothiocyanaten (ITC) angeregt, die toxisch gegen verschiedene Phytopathogene wirken.

In Feldversuchen auf mehreren ökologisch wirtschaftenden Kartoffelbaubetrieben in den Jahren 2012 bis 2014 wurde die Methode der Biofumigation mit verschiedenen Zwischenfrüchten (Sareptasenf, Winterrübse, Ölrettich, Sommerwicke, Winterwicke und Kontrolle ohne Zwischenfrucht), zwei verschiedenen Zeitpunkten der Einarbeitung (Herbst und Frühjahr) und zwei verschiedenen Legetiefen der Kartoffeln (Bodenniveau und 5 cm unter Bodenniveau) angewendet. Die Zwischenfrüchte wurden dabei jeweils im August des Vorjahres ausgesät und im Oktober bzw. darauf folgenden April gemulcht und eingearbeitet. Die Kartoffeln (Sorte Ditta im Jahr 2012 und Sorte Nicola in den Jahren 2013 und 2014) wurden Mitte bis Ende April mit 41700 Knollen ha<sup>-1</sup> gepflanzt. Die Pflege der Kartoffelbestände erfolgte mit der betriebsüblichen Technik, es wurden jedoch keine Kupferpräparate gegen Krautfäule ausgebracht.

Die vorliegenden Ergebnisse der Versuchsjahre 2012 und 2013 zeigten dabei keinen Effekt der Zwischenfrucht bzw. der Biofumigation auf den Blattbefall mit *P. infestans*. An einem Standort wurde das Auftreten von Krautfäule durch den Zeitpunkt der Einarbeitung beeinflusst. Die Legetiefe der Kartoffeln zeigte an keinem Standort einen Effekt auf den Krautfäulebefall. In Bezug auf die Knollenerträge konnte im Vergleich zur Kontrolle ohne Zwischenfrucht ein unspezifischer positiver Zwischenfruchteffekt beobachtet werden, jedoch kein spezifischer Biofumigationseffekt nach im Herbst eingearbeiteten *Brassicaceae*.

Eine abschließende Bewertung des Beitrags acker- und pflanzenbaulicher Maßnahmen zur Kupferminimierung und Sicherung der Knollenerträge im ökologischen Kartoffelanbau ist zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch nicht möglich. Neben phytosanitären Wirkungen und potenziellen Biofumigationseffekten des Zwischenfruchtanbaus sind u.a. auch Wirkungen auf den Nährstoffhaushalt zu beachten, insbesondere Stickstofffixierung und Stickstoffmineralisierung. Abhängig von der Bodenart erscheint ein erhöhtes Risiko der Stickstoffauswaschung durch das frühzeitige Mulchen und Einarbeiten der Zwischenfrüchte im Herbst möglich.

Die vorliegenden Ergebnisse, in Verbindung mit *P. infestans* als nicht oder zumindest nicht hauptsächlich bodenbürtigen Krankheitserreger, zeigen, dass gegenwärtig das Potential der Biofumigationemethode zur Regulierung von Krautfäule im ökologischen Kartoffelanbau begrenzt ist. Der Anbau von Zwischenfrüchten vor Kartoffeln kann jedoch durchaus zu einer Steigerung bzw. Sicherung der Knollenerträge beitragen und somit einen Baustein einer umfassenden Kupferminimierungsstrategie darstellen.

## Saisonberichte und Stand der Kupferminimierungsbemühungen – Weinbau, Obstbau, Kartoffelbau, Gemüsebau

Sonja Kanthak<sup>1</sup>, Jutta Kienzle<sup>2</sup>, Wolfgang Patzwahl<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ECOVIN, <sup>2</sup>FÖKO e.V., <sup>3</sup>Naturland Fachberatung Wein- und Obstbau  
s.kanthak@ecovin.de, jutta@jutta-kienzle.de, wolfgang@patzwahl.de

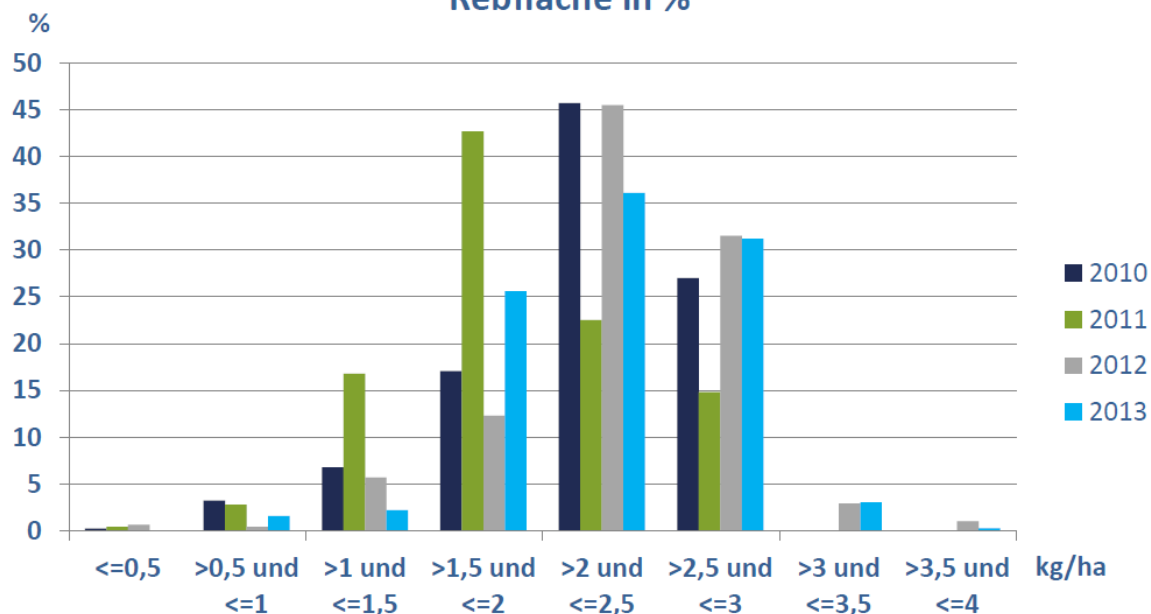
### Weinbau: Datenbasis

	2010	2011	2012	2013 (vorläufig)
Gesamtfläche in Deutschland*	ca. 5.350 ha	ca. 6.900 ha	ca. 7.400 ha	k. A.
davon im Monitoring erfasst	1894	2260	2408	1230
Prozentualer Anteil an der Gesamtfläche	35 %	33 %	33%	k. A.
Behandelte Rebfläche in ha	1822	2074	2147	1215

### Kupferaufwandmengen

	2010	2011	2012	2013
Durchschnittsmenge Cu in kg/ha bezogen auf die behandelte Rebfläche	2,23	1,98	2,34	2,26

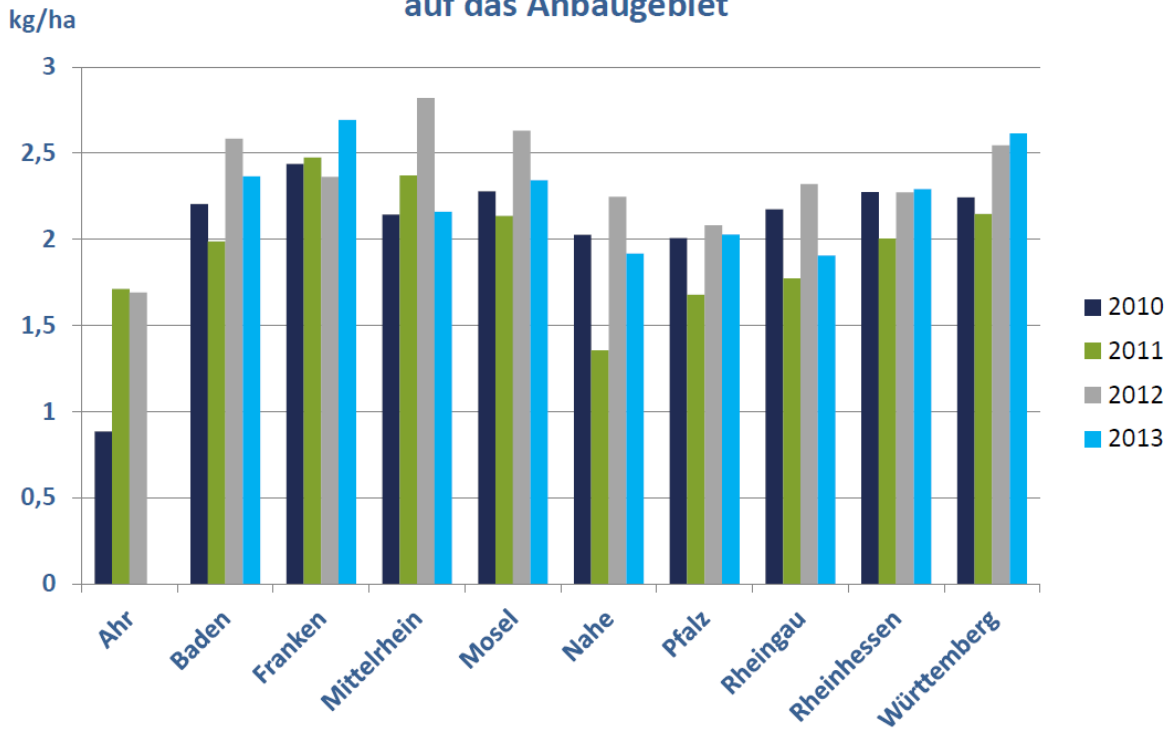
### Kupferaufwandmengen in Bezug auf die behandelte Rebfläche in %



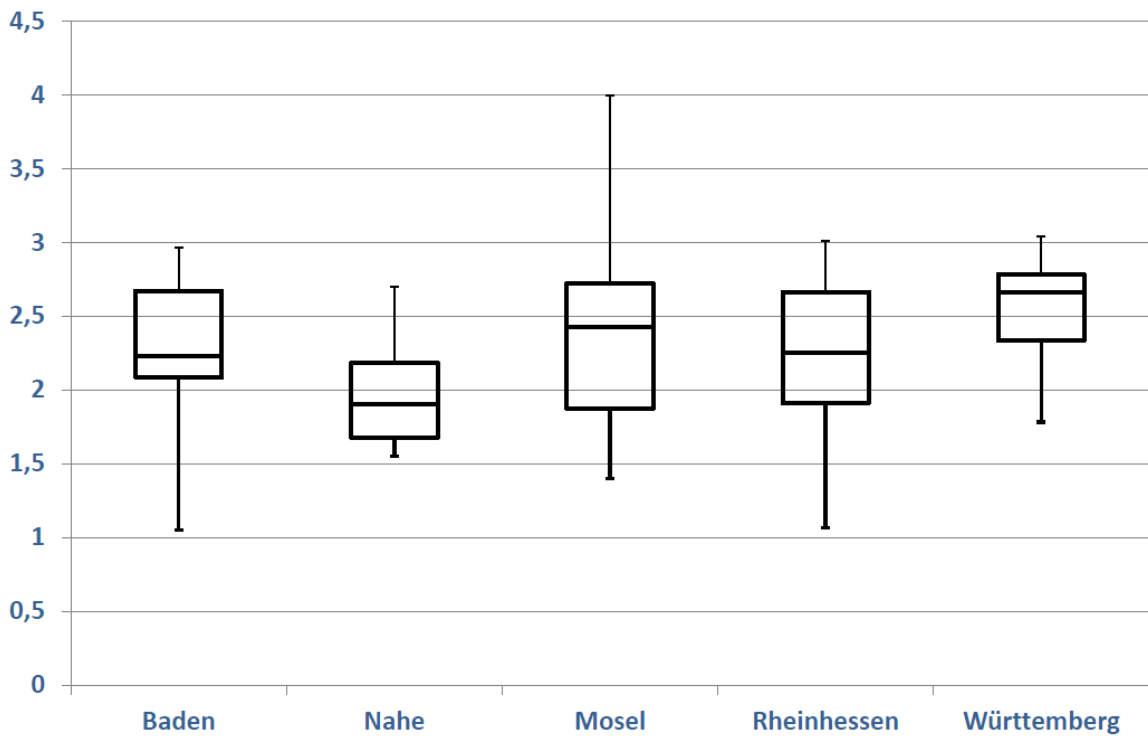
### Anzahl der ausgewerteten Weingüter bezogen auf das Anbaugebiet

Anbaugebiet	2010	2011	2012	2013
Ahr	2	2	1	1
Baden	46	51	54	42
Franken	9	9	8	2
Mittelrhein	3	3	3	1
Mosel	42	36	31	33
Nahe	8	8	8	8
Pfalz	16	15	15	10
Rheingau	8	8	10	6
Rheinhessen	43	43	41	35
Württemberg	12	15	15	8
Summe	189	190	186	146

### Durchschnittliche Kupferaufwandmenge in kg/ha bezogen auf das Anbaugebiet



### Verteilung der Kupferaufwandmengen im Jahr 2013



**Welche Maßnahmen haben erfolgreich zur Kupferreduzierung beigetragen?**

- Prognose-Systeme
- Beratung und Informationsangebote (Newsletter, Ökoportal...)
- Wissens- und Technologietransfer im Rahmen von Beratertagungen, Begehungsrunden, Fortbildungsveranstaltungen
- Pilzwiderstandsfähige Rebsorten (PIWI)
- Pflanzenstärkungsmittel auf Tonerde- sowie Phosphonatbasis
- neue Kupferformulierungen: Cuprozin progress, Funguran progress (Kupferhydroxid)

**Ausblick:**

- erhöhter Infektionsdruck und neue Herausforderungen
- in vielen Projekten wurden verschiedene Alternativen zum Kupfer getestet → Aber! bis auf die sauren Tonerden und Kaliumphosphonat → keine wirksamen Ergänzungen der Pflanzenschutzstrategie → ohne Pflanzenstärkungsmittel auf Basis von Kaliumphosphonat fehlt ein wichtiger Baustein!

**Notwendige Maßnahmen:**

- Klärung der Zulassungssituation der Pflanzenstärkungsmittel
- Optimierung der Anwendung von Kupfer und weitere Anpassung der Pflanzenschutzstrategien (Alternativen, Synergisten)
- PIWI Züchtung und Züchtungsforschung, Markteinführung



## Obstbau: Datenbasis

Öko-Tafel-Äpfel	2010	2011	2012
Gesamtfläche in Deutschland*	ca. 3.000 ha	ca. 3.300 ha	ca. 3.500 ha
davon im Monitoring erfasst	1.038 ha	1.517 ha	1.617 ha**
Prozentualer Anteil an der Gesamtfläche	34,6 %	46,0 %**	50 %
Prozentualer Anteil der erfassten Fläche, die mit Kupfer behandelt wurde	90,7 %	69,6 %**	Nur die mit Kupferbehandelte Fläche wird beim Monitoringanteil berücksichtigt
Öko-Steinobst	2010	2011	2012
Gesamtfläche in Deutschland*	ca. 400 ha	ca. 400 ha	ca. 400 ha
davon im Monitoring erfasst	42,3 ha	119,1 ha	121,3 ha
Prozentualer Anteil an der Gesamtfläche	ca. 10 %	ca. 30 %	ca. 30 %
Prozentualer Anteil der erfassten Fläche, die mit Kupfer behandelt wurde	59 %	42,4 %	Nur die mit Kupferbehandelte Fläche wird beim Monitoringanteil berücksichtigt

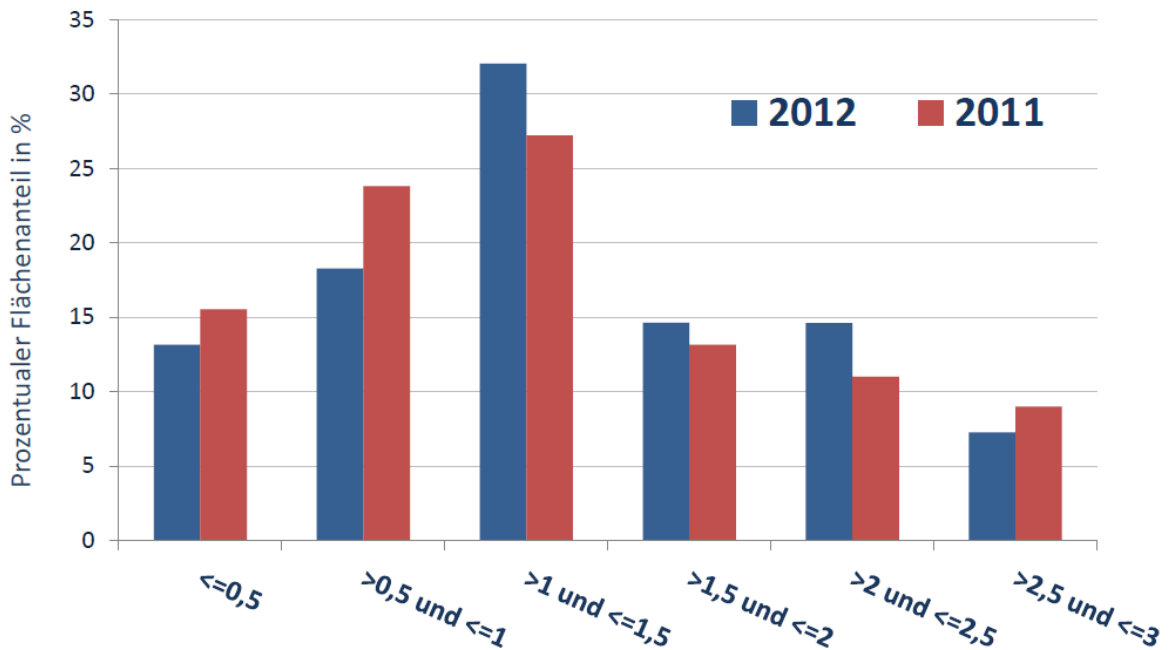
\* Fast der gesamte Tafelobstbereich ist über die Öko-Verbände organisiert. Die Zahl der EU-Betriebe ist nicht relevant, bei der Flächenangabe aber grundsätzlich berücksichtigt.

\*\* Es steht zu vermuten, dass hier versehentlich einige grössere Wirtschaftsobjekte mit erfasst wurden. Für Tafelobst ist daher eine ähnliche Fläche wie 2010, eine realistische Grösse. Dasselbe gilt für die Anteile der Fläche, die mit Kupfer behandelt wurden. Aus diesen Daten kann keine Zunahme der unbehandelten Fläche abgeleitet werden.

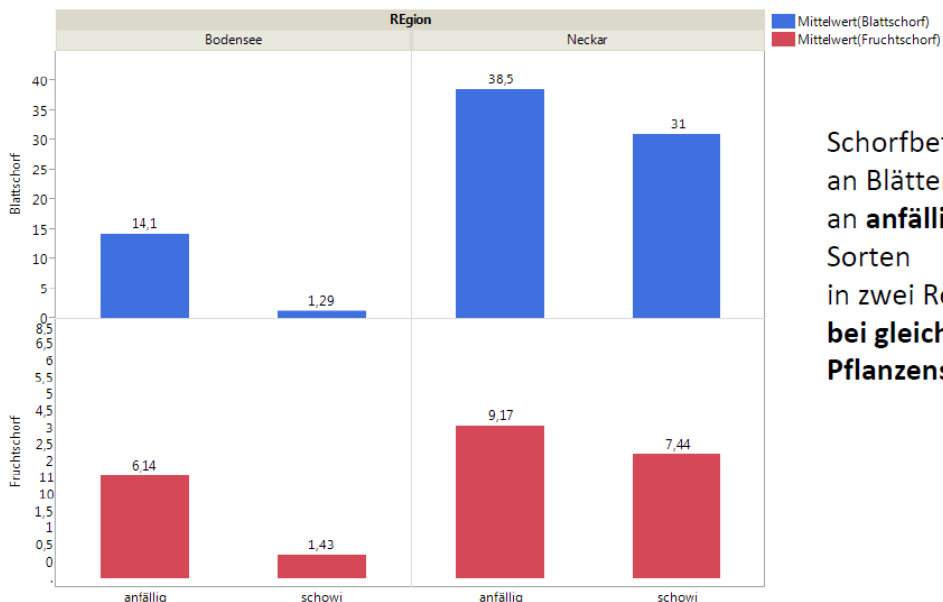
## Obstbau Kupferaufwandmengen auf der behandelten Fläche in den Jahren 2010 bis 2012

Kultur	2010		2011		2012	
	Fläche in ha	Ø Cu kg/ha	Fläche in ha	Ø Cu kg/ha	Fläche in ha	Ø Cu kg/ha
Tafelapfel	1.038,0	1,59	1.055,8	1,3	1.617,5	1,31
Birne	28,5	1,49	36,6	1,1	51,5	1,26
Pfirsich	0,1	2,21	1,2	1,9	1,2	2,0
Steinobst	42,3	1,28	69,0	0,94	119,3	0,99

## Flächenanteile der aufgewendeten Cu-Aufwandmengen pro ha in 0,5 kg Schritten bei Tafelapfel in den Jahren 2011 und 2012



## Schorf und Schowi-Sorten in der Region Süd: Aktueller Stand



Schorfbefall  
an Blättern und Früchten  
an **anfälligen** und **Schowi**-  
Sorten  
in zwei Regionen  
**bei gleichem**  
**Pflanzenschutzregime**

Sorteneffekt: Einfluß der genetische Disposition auf den Verlauf des Vf-Durchbruchs  
**Vf-Sorte ist nicht gleich Vf-Sorte!!**

Pilzeffekt: Einfluß von regional vorherrschendem Inokulum  
**Schorf ist nicht gleich Schorf!!**

## Stand zur Erreichung des kurzfristigen Ziels

### Abstimmungsergebnis im Arbeitsnetz der Föko (Stimmungsbild)

Wenn die Voraussetzungen erfüllt sind, kann das kurzfristige Ziel, die Kupferaufwandmenge auf 12,5 kg in 5 Jahren zu beschränken, erreicht werden

### Voraussetzungen

Lückenlose Verfügbarkeit von

- Curatio = Schwefelkalk
- Mycosin
- Vitisan
- Weitere seither gelistete Pflanzenstärkungsmittel
- Zulassungen für neue Kupferpräparate auch für Stein- und Beerenobst

### Planungssicherheit momentan nicht erfüllt

### Wichtigster derzeitiger Forschungsbedarf

- Erarbeitung von regional angepassten Kombinationsstrategien aus direkten und indirekten Maßnahmen zur Regulierung von Pilzkrankheiten im Kernobst (Optimierung von Kombinationsstrategien und Einzelmaßnahmen, Klärung der anfallende Detailfragen)  
Besonderer Schwerpunkt hier auf Strategien für die Schowi-Sorten
- Kupferminimierung bei der Regulierung von Pilzkrankheiten im Steinobst  
Aufbauend auf derzeit laufende Versuche in Baden Württemberg
- Schaffung eines ökologischen Züchtungsprogramms in Anknüpfung bestehender partizipativer Züchtungsinitiativen (ApfelGut; AN der FÖKO) in Kooperation mit Züchtungsinstitutionen und Sortenprüfern mit dem Ziel, die Entwicklung und Einführung robuster Apfelsorten für den ökologischen Obstbau zu etablieren
- Sensibilisierung der gesamten Produktions- und Stakeholderkette für die Gefahr einer langfristigen genetischen Verarmung unserer Obstsorten
- Entwicklung von Sortenstrategien mit dem Ziel von schlagkräftigen Markteinführung vielversprechender Sorten

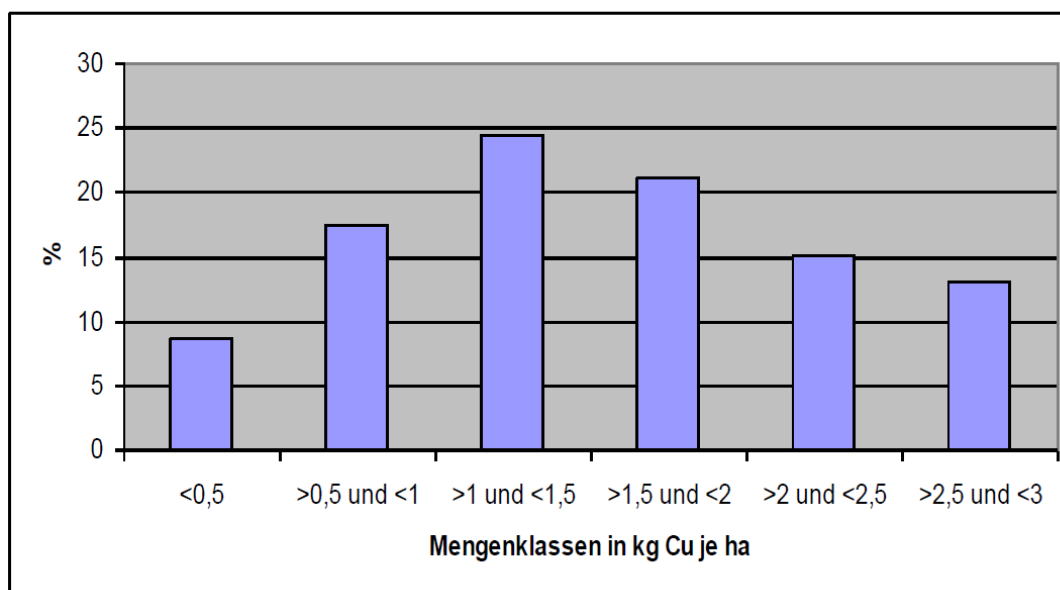
## Kartoffelbau: Datenbasis

Öko-Kartoffeln	2010	2011	2012
Gesamtfläche in Deutschland	ca. 8.200 ha	ca. 8.300 ha	ca. 8.000ha
davon im Monitoring erfasst und mit Kupfer behandelt	1.633 ha	1.928 ha	1.330 ha

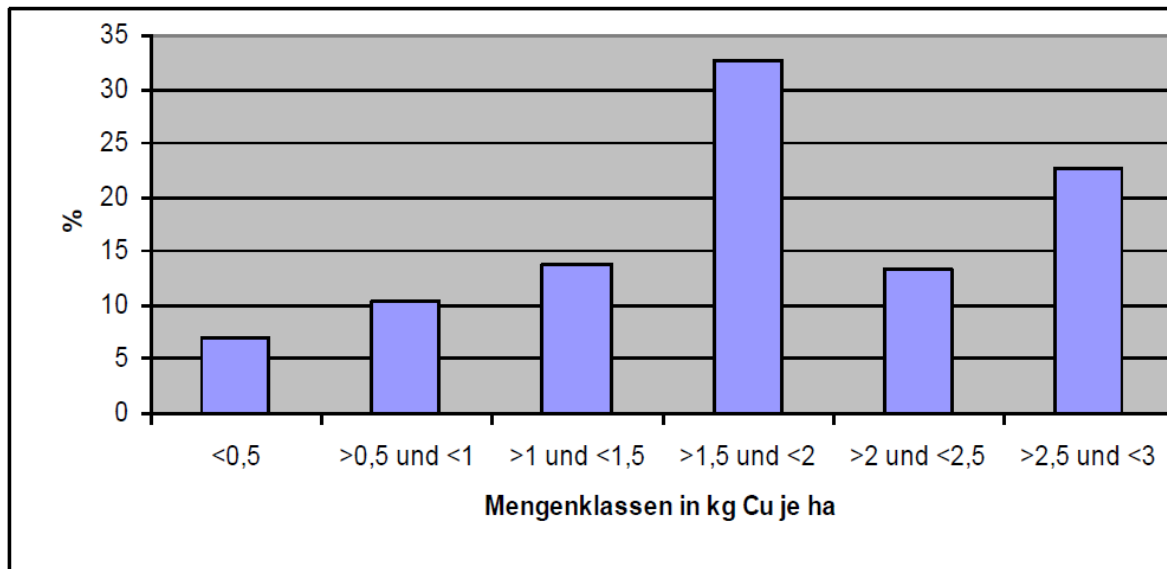
## Kupferaufwandmengen 2010-2013

Kultur	Ø Cu in kg/ha auf behandelten Flächen	Ausgewertete mit Cu behandelte Fläche in ha	Jahr
Öko-Kartoffeln	<b>1,36</b>	<b>1.633</b>	<b>2010</b>
Öko-Kartoffeln	<b>1,60</b>	<b>1.928</b>	<b>2011</b>
Öko-Kartoffeln	<b>1,87</b>	<b>1.330</b>	<b>2012</b>

## Flächenanteile der aufgewendeten Cu-Aufwandmengen pro ha in 0,5 kg Schritten Ökokartoffeln in 2011



## Flächenanteile der aufgewendeten Cu-Aufwandmengen pro ha in 0,5 kg Schritten Ökokartoffeln in 2012



### 1. Erreichung der Ziele im Rahmen der Cu-Strategie (Kartoffeln)

- Cu ist im ökol. Kartoffelbau derzeit grundsätzlich unverzichtbar
- Eine Reduktion auf 2,5 kg/ha/Jahr über 5 Jahren erscheint für den Kartoffelbau möglich
- eine flexible Auslegung dieser Regel innerhalb eines Zeitraums wäre wünschenswert

### 2. Arbeits- und Forschungsbedarf

- Sortenzüchtung – resistente oder tolerante Sorten notwendig (z.Z erfolgt die im Projekt Phytophthoraresistenz, LfL, Kellermann)
- Versuche zur Tröpfchenbewässerung für die Verbesserung des Bestandsklimas
- Forschung zum verminderten Kupfereinsatz bzw. zu Alternativen (Projekt von TU München u.a., Nechwatal, Grabendorfer, Copper-free-Projekt)
- Weiterentwicklung von praxistauglichen speziellen Prognosemodellen ( Öko-Simphyt)

## Öko-Gemüsebau

Ökogemüse	2010	2011	2012
Gesamtfläche in Deutschland*	ca. 11.000 ha	ca. 11.300 ha	ca. 10.574 ha
davon im Monitoring erfasst**	86 ha	3019 ha	2559 ha
Prozentualer Anteil an der Gesamtfläche	7,8 %	26,7 %	24,2%
Prozentualer Anteil der erfassten Fläche, die mit Kupfer behandelt wurde	57 %	2,8%**	3,9%**

Öko-Heil- und Gewürzpflanzen	2010	2011	2012
Gesamtfläche in Deutschland	ca. 800 ha	ca. 780 ha	---
davon im Monitoring erfasst	0,0 ha	0,0 ha	---
Prozentualer Anteil an der Gesamtfläche	---	---	---
Prozentualer Anteil der erfassten Fläche, die mit Kupfer behandelt wurde	---	---	---

\* Im ökol. Gemüsebau gibt es grundsätzlich einen nicht unerheblichen Flächenanteil, der nach Kriterien der EU-Ökoverordnung bewirtschaftet wird und hier nicht erfasst wurde.

\*\* Daten von Bioland und Naturland. Keine Daten von Demeter da keine Cu-Anwendung.

## Kupferaufwandmengen 2010

Kultur	Ø Cu in kg/ha auf behandelten Flächen	Ausgewertete mit Cu behandelte Fläche in ha	Prozentualer Anteil mit Cu behandelte Flächen an der Gesamtfläche in %
Sellerie	<b>2,32</b>	<b>19,8</b>	<b>65,5</b>
Kürbis	<b>1,80</b>	<b>2,53</b>	<b>22,0</b>
Gurken	<b>1,43</b>	<b>26,7</b>	<b>60,7</b>

## Kupferaufwandmengen 2011

Kultur	Ø Cu in kg/ha auf behandelten Flächen	Ausgewertete mit Cu behandelte Fläche in ha	Prozentualer Anteil mit Cu behandelte Flächen an der Gesamtfläche in %
Sellerie	1,1	10,3	34,6
Kürbis	2,1	2,9	0,93
Fenchel	0,9	3,4	5,7
Lauch	3,0	3,0	100
Spargel	2,0	63,7	29,7
Gwh-Kulturen	1,4	98,3	1,1
Gemüse sonstige*	1,8	0,6	0,04

\* Freilandgemüsekulturen in kleinen Sätzen

## Kupferaufwandmengen 2012

Kultur	Ø Cu in kg/ha auf behandelten Flächen	Ausgewertete mit Cu behandelte Fläche in ha	Prozentualer Anteil mit Cu behandelte Flächen an der Gesamtfläche in %
Sellerie	0,85	5,3	20,0
Kürbis	1,4	13	2,7
Spargel	1,2	64,3	28,1
Gemüse sonstige*	1,1	18,3	1,05%
Gwh-Kulturen	1,3	3,8	5,6
Blumen/Zierpfl.	0,1	0,8	5,1

\* Freilandgemüsekulturen in kleinen Sätzen

## 1. Erreichung der Ziele im Rahmen der Cu-Strategie (Gemüse)

- Datenbasis hat sich im Projektzeitraum (2010 - 2012) kontinuierlich verbessert
- Cu ist im ökol. Gemüsebau derzeit grundsätzlich unverzichtbar
- Eine Reduktion auf 2,5 kg/ha/Jahr über 5 Jahren erscheint für den Gemüsebau möglich
- eine flexible Auslegung dieser Regel innerhalb eines Zeitraums wäre wünschenswert  
→ Bedarf je nach Kultur, Jahr und Witterung (Risikominimierung)

## 2. Arbeits- und Forschungsbedarf

- Sortenzüchtung – mehr resistente oder tolerante Sorten notwendig
- bei zu erwartenden neuen Indikationen sind Wirksamkeitsversuche erforderlich
- Anbauverfahren – Entwicklung, Prüfung neuer Anbaumethoden (z.B. Pflanzverfahren zur Verfrühung bei Zwiebeln)
- Optimierung Kulturführung und Bewässerung – Weiterentwicklung + Versuche zur Unkrautregulierung sowie Tröpfchenbewässerung zur Verbesserung des Bestandsklimas
- Entwicklung Cu-reduzierende Technik zum Ausbringen von Cu-Mitteln
- Entwicklung von praxistauglichen speziellen Prognosemodellen (analog Öko-Simphyt)



„Berichte aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft“  
erscheinen seit 1995 in zwangloser Folge

Seit 2008 werden sie unter neuem Namen weitergeführt:  
„**Berichte aus dem Julius Kühn-Institut**“

- Heft 155, 2010: Biofumigation als Pflanzenschutzverfahren: Chancen und Grenzen. Beiträge des Fachgespräches vom 5. Mai 2010 in Bonn-Roleber. Bearbeitet von: Johannes Hallmann, Johannes Keßler, Rita Grosch, Michaela Schlathöler, Florian Rau, Wolfgang Schütze, Matthias Daub, 102 S.
- Heft 156, 2010: Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz - Jahresbericht 2009. Bearbeitet von: Bernd Freier, Jörg Sellmann, Jürgen Schwarz, Marga Jahn, Eckard Moll, Volkmar Gutsche, Wolfgang Zornbach. Unter Mitwirkung von: Anita Herzer, Merle Sellenriek, Rene Brand, Benita Burghardt, Christiane Seidel, Florian Kluge, Ute Müller, Christina Wagner, Christoph Hoffmann und den Pflanzenschutzdiensten der Länder, 83 S.
- Heft 157, 2010: Drittes Nachwuchswissenschaftlerforum 2010; 23. - 25. November in Quedlinburg - Abstracts , 47 S.
- Heft 158, 2010: 14. Fachgespräch: „Pflanzenschutz im Ökologischen Landbau – Probleme und Lösungsansätze“. Phosphonate. Bearbeitet von Stefan Kühne, Britta Friedrich, 34 S.
- Heft 159, 2011: Handbuch. Berechnung der Stickstoff-Bilanz für die Landwirtschaft in Deutschland, Jahre 1990 – 2008. Martin Bach, Frauke Godlinski, Jörg-Michael Greef, 28 S.
- Heft 160, 2011: Die Version 2 von FELD\_VA II und Bemerkungen zur Serienanalyse. Eckard Moll, 34 S.
- Heft 161, 2011: Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz - Jahresbericht 2010 - Analyse der Ergebnisse der Jahre 2007 bis 2010. Bearbeitet von Bernd Freier, Jörg Sellmann, Jürgen Schwarz, Marga Jahn, Eckard Moll, Volkmar Gutsche, Wolfgang Zornbach, 86 S.
- Heft 162, 2011: Viertes Nachwuchswissenschaftlerforum 2011 - Abstracts - , 62 S.
- Heft 163, 2012: Bewertung und Verbesserung der Biodiversität leistungsfähiger Nutzungssysteme in Ackerbaugebieten unter Nutzung von Indikatorvogelarten. Jörg Hoffmann, Gert Berger, Ina Wiegand, Udo Wittchen, Holger Pfeffer, Joachim Kiesel, Franco Ehlert, 215 S. , Ill., zahlr. graph. Darst.
- Heft 164, 2012: Fachgespräch: „Kupfer als Pflanzenschutzmittel“ Berlin-Dahlem, 1. Dezember 2011. Bearbeitet von Stefan Kühne, Britta Friedrich, Peter Röhrig, 102 S.
- Heft 165, 2012: Nationaler Aktionsplan zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln – Bericht 2008 bis 2011. Bernd Hommel, 162 S.
- Heft 166, 2012: Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz - Jahresbericht 2011 - Analyse der Ergebnisse der Jahre 2007 bis 2011. Bearbeitet von Bernd Freier, Jörg Sellmann, Jürgen Schwarz, Bettina Klocke, Eckard Moll, Volkmar Gutsche, Wolfgang Zornbach, 104 S.
- Heft 167, 2012: Fünftes Nachwuchswissenschaftlerforum 2012, 4. - 6. Dezember in Quedlinburg, 50 S.
- Heft 168, 2013: Untersuchungen zur Bildung von Furocumarinen in Knollensellerie in Abhängigkeit von Pathogenbefall und Pflanzenschutz. Andy Hintenaus, 92 S.
- Heft 169, 2013: Pine Wilt Disease, Conference 2013, 15th to 18th Oct. 2013, Braunschweig / Germany, Scientific Conference, IUFRO unit 7.02.10 and FP7 EU-Research Project REPHRAME - Abstracts -. Thomas Schröder, 141 S.
- Heft 170, 2013: Fachgespräch: „Kupfer als Pflanzenschutzmittel“, Berlin-Dahlem, 7. Dezember 2012. Bearbeitet von Stefan Kühne, Britta Friedrich, Peter Röhrig, 89 S.
- Heft 171, 2013: Sechstes Nachwuchswissenschaftlerforum 2013, 27. - 29. November in Quedlinburg - Abstracts - , 52 S.
- Heft 172, 2013: Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz, Jahresbericht 2012, Analyse der Ergebnisse der Jahre 2007 bis 2012. Bearbeitet von Bernd Freier, Jörg Sellmann, Jörn Strassemeyer, Jürgen Schwarz, Bettina Klocke, Hella Kehlenbeck, Wolfgang Zornbach, 111 S.
- Heft 173, 2014: Statusbericht Biologischer Pflanzenschutz 2013. Johannes A. Jehle, Annette Herz, Brigitte Keller, Regina G. Kleespies, Eckhard Koch, Andreas Larem, Annegret Schmitt, Dietrich Stephan, 117 S.
- Heft 174, 2014: 47th ANNUAL MEETING of the SOCIETY FOR INVERTEBRATE PATHOLOGY and INTERNATIONAL CONGRESS ON INVERTEBRATE PATHOLOGY AND MICROBIAL CONTROL, 176 S.
- Heft 175, 2014: NEPTUN-Gemüsebau 2013. Dietmar Roßberg, Martin Hommes, 44 S.
- Heft 176, 2014: Rodentizidresistenz. Dr. Alexandra Esther, Karl-Heinz Berendes, Dr. Jona F. Freise, 52 S.
- Heft 177, 2014: Siebentes Nachwuchswissenschaftlerforum 2014, 26. - 28. November in Quedlinburg - Abstracts -, 57 S.
- Heft 178, 2015: Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz, Jahresbericht 2013, Analyse der Ergebnisse der Jahre 2007 bis 2013. Bearbeitet von Bernd Freier, Jörg Sellmann, Jörn Strassemeyer, Jürgen Schwarz, Bettina Klocke, Hella Kehlenbeck, Wolfgang Zornbach, 103 S.

