

Berichte

aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft

Reports

from the Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry

Heft 141

2007

Pflanzenschutz im ökologischen Landbau - Probleme und Lösungsansätze -

12. Fachgespräch am 27. September 2007

Anwendung von Pflanzenschutzmitteln und innovativer Verfahren im
Ökologischen Landbau – neue Wirkstoffe und Applikationstechnik

Plant protection in organic farming
12th Workshop on 27 September 2007

Bearbeitet von
Compiled by

Stefan Kühne, Heinz Ganzelmeier
und Britta Friedrich

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft
Institut für integrierten Pflanzenschutz, Kleinmachnow
und Fachgruppe Anwendungstechnik, Braunschweig



Biologische Bundesanstalt
für Land- und Forstwirtschaft

Herausgeber / Editor

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Braunschweig, Deutschland
Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry, Braunschweig, Germany

Der Forschungsbereich des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) hat seit dem 1. Januar 2008 eine neue Struktur. Die Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA), die Bundesanstalt für Züchtungsforschung an Kulturpflanzen (BAZ) sowie zwei Institute der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) wurden zum Julius Kühn-Institut - Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen zusammengeschlossen.

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

Verlag

Eigenverlag

Vertrieb

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

ISSN 0947-8809

Kontaktadresse

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

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

© Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft

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

Inhaltsverzeichnis	Seite
Vorwort	4
Kupferminimierungsstrategien zu Kontrolle von <i>Phytophthora infestans</i> vor dem Hintergrund von Befallsprognose und der Nährstoffversorgung von Kartoffeln (C. Bruns, E. Schulte-Geldermann, F. Hayer, M. Finckh)	5
Einsatz von Komposten als Reihenapplikation zur Reduzierung von <i>Rhizoctonia solani</i> an Kartoffeln – Ergebnisse aus Feldversuchen 2006/2007 (E. Schulte-Geldermann, C. Schüler, O. Hensel, J. Heß, M. Finckh, C. Bruns).....	10
Einsatz von Pheromonfallen – nicht nur zum Schnellkäfer-Monitoring? Erfahrungen, Bewertungen (U. Schepl, A. Paffrath).....	16
Suche nach neuen, nachhaltigen und zulassungsfähigen Pflanzenschutzverfahren im Ökologischen Landbau: Pheromone als umweltverträgliche Wirkstoffe und Wege zu ihrer Ausbringung (H. E. Hummel, D. F. Hein, G. Leithold).....	19
Neue Applikationstechniken in Gestalt elektrogesponnener Nanofasern (A. Greiner, J. H. Wendorff)	28
Schorfbekämpfung im Öko Obstbau - Behandlungen in das Infektionsfenster (P. Maxin, P. Heyne, B. Benduhn, N. Fieger-Metag).....	30
Berechnung der Sprühaufwandmenge in Abhängigkeit vom Belaubungsgrad der Apfelbäume und anderen Faktoren (P. Kaul, S. Gebauer, E. Moll, J. P. Ralfs)	32
Kupferminimierung im ökologischen Weinbau – Einfluss der Gerätetechnik (H. D. Mohr, G. Bäcker, O. Baus-Reichel, O. Löhnertz, B. Berkelmann-Löhnertz)	36
Neue Indikationen und Anwendungsmöglichkeiten von NeemAzal- und Quassia-Formulierungen: Was braucht die Praxis? (H. Kleeberg, E. Hummel, B. Ruch).....	43
Herstellung, toxikologische und ökotoxikologische Daten von Quassia-Extrakt-MD und seinen Inhaltsstoffen (C. Kliche-Spory, H. Kleeberg, M. Holaschke, H. Vogt, P. Ternes)	47
Einsatz von Quassia zur Bekämpfung der Hopfenblattlaus <i>Phorodon humuli</i> in der Sonderkultur Hopfen: Stand der Dinge (F. Weihrauch, J. Schwarz, B. Engelhard)	53
Anwendung und Potential von Quassia im ökologischen Obstbau unter Berücksichtigung der Applikationstechnik (J. Kienzle, P. Maxin, J. Zimmer, B. Pfeiffer, S. Buchleither, H. Rank)	61

Vorwort

Zum Themenkreis „Pflanzenschutz im Ökologischen Landbau – Probleme und Lösungsansätze“ führt die BBA seit 1998 regelmäßig Fachgespräche zu speziellen Themen durch. Ziel ist es, umfassende Informationen zum Pflanzenschutz anzubieten, geeignete Verfahren des Pflanzenschutzes vorzustellen und die Entwicklung von Mitteln und Methoden für den Ökologischen Landbau zu fördern.

Das diesjährige Fachgespräch wurde federführend von der BBA-Fachgruppe Anwendungstechnik in Zusammenarbeit mit dem Institut für integrierten Pflanzenschutz in Braunschweig organisiert. Es ging um innovative Pflanzenschutzverfahren und -wirkstoffe sowie um deren Applikationstechnik im Acker-, Wein- und Obstbau.

Insgesamt 52 Teilnehmer aus dem Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL), dem Umweltbundesamt (UBA), der Bundesanstalt für Landwirtschaft (BLE), Vertreter der ökologischen Anbauverbände, Beratungsdienste und Landesbehörden aus Bayern, Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Sachsen-Anhalt, Lübeck, Freiburg, Universitäten und Fachhochschulen aus Gießen, Hohenheim, Marburg, Kassel und Geisenheim sowie Vertreter von sechs entsprechenden Herstellerfirmen (BASF, Dow AgroSciences GmbH, Spiess-Urania, W. Neudorff GmbH KG, Biofa AG, Trifolio-M GmbH) diskutierten das Thema.

Zwei Vorträge beschäftigten sich mit der Problematik der Anwendung von Kupferpräparaten. Aufgrund der Rückstände und der Auswirkungen auf den Naturhaushalt wird seit Jahren nach wirksamen Alternativen und die Reduzierung der Kupferaufwandmengen gesucht. Während im Kartoffelbau nur in sehr feuchten Anbaujahren, wie z. B. in 2007 eine Notwendigkeit zum Einsatz von Kupferpräparaten gegen Kraut- und Knollenfäule bestand, ist die Anwendung im ökologischen Weinbau eine jährliche Standardmaßnahme gegen den Falschen Mehltau, um die Erträge und die Qualität des Weines zu sichern. Von den Verbänden und Beratungsdiensten wurde die Bitte an das BMELV geäußert, die Listung von Kupferoktanoat in der EU-Ökoverordnung weiterhin voranzutreiben. Nur so ist eine weitere Reduzierung der Kupferaufwandmengen in Zukunft möglich. Alternative Wirkstoffe auf naturstofflicher Basis sind demnächst nicht zu erwarten.

Von der Universität Marburg wurde ein neues Applikationsverfahren vorgestellt, bei dem durch Elektrosponnen erzeugte Nanofasern (vergleichbar mit Spinnweben) Kulturpflanzen bedecken und Sexualduftstoffe von Schaderregern langsam an die Umgebung abgeben können. In weiteren Vorträgen wurden die Anwendungsmöglichkeiten eines in der Zulassungsprüfung befindlichen neuen Pflanzenschutzmittels auf der Basis von Quassia vorgestellt. Der aus dem tropischen Baum *Quassia amara* gewonnene Wirkstoff kann z. B. erfolgreich gegen die Hopfenblattlaus im Hopfen und die Apfelsägewespe im Apfelanbau eingesetzt werden. Weiterhin wurden neue Käferfallen zur Regulierung der Drahtwürmer sowie eine neuartige Reihenapplikationstechnik von schädlingshemmenden Komposten im Kartoffelbau vorgestellt.

PD Dr. habil. Stefan Kühne
Institut für integrierten Pflanzenschutz

Dr.-Ing. Heinz Ganzelmeier
Fachgruppe Anwendungstechnik

Kupferminimierungsstrategien zu Kontrolle von *Phytophthora infestans* vor dem Hintergrund von Befallsprognose und der Nährstoffversorgung von Kartoffeln

Christian Bruns, Elmar Schulte-Geldermann, Frank Hayer, Maria R. Finckh
 Universität Kassel, Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften,
 Steinstr. 19, 37213 Witzenhausen, bruns@wiz.uni-kassel.de

Einleitung

Während im Ökologischen Landbau Kupferapplikationen bis 6 kg pro ha und Jahr nach EU-Verordnung zulässig sind, liegen die Obergrenzen in der Schweiz bei 4 kg und in Deutschland für die meisten Anbauverbände bei 3 kg. Beim Demeterverband bzw. in den Niederlanden und Skandinavien ist der Kupfereinsatz vollständig verboten. Aufgrund der Toxizität und der mangelnden Übereinstimmung mit den Grundsätzen des Ökolandbaus wird der Kupfereinsatz zur Bekämpfung von *Phytophthora infestans* und zur Bekämpfung anderer Krankheiten allgemein und im Ökologischen Landbau im Besonderen von der Öffentlichkeit sehr kritisch betrachtet. Daher steht die Anwendung dieser Präparate in der EU zur Disposition.

In den letzten Jahren hat man sich daher im Rahmen von Forschungsprojekten vermehrt Systemansätzen zur Kontrolle der Krankheit, der Ertragsrelevanz und alternativer Bekämpfungsmöglichkeiten von *Phytophthora infestans* im Ökologischen Landbau gewidmet. Dabei ergab sich eine Vielzahl von Verbesserungsmöglichkeiten zur Kontrolle der Krankheit auf Basis von systemaren Ansätzen, die bisher noch nicht ausreichend genutzt werden.

Für die Etablierung von Kontrollstrategien und damit auch zur Frage eines angemessenen Einsatzes von Kupfer ist es entscheidend, sich die Ertragsrelevanz der Krankheit unter den Bedingungen des Ökologischen Landbaus zu vergegenwärtigen. Gemeinhin wird der Ertragswirkung von *P. infestans* im ökologischen Kartoffelanbau generell eine hohe Bedeutung zugemessen. Inzwischen belegen aber einige Arbeiten, dass neben dem Einfluss der Krankheit eine Vielzahl von Faktoren und deren Interaktionen eine Rolle spielen wie die Sortenwahl (z. B. Sorten mit hohem, frühen Knollenansatz) und die Ernährung mit Stickstoff (Nährstoffangebot und -aufnahme zu relevanten Zeitpunkten) oder das Vorkeimen, die die Ertragsvariationen erklären können (FINCKH et al. 2006, MÖLLER et al. 2006, MÖLLER & REENTS 2007).

In diesem Beitrag soll ein Überblick über Ergebnisse von Experimenten der Universität Kassel von 2000–2007 zu diesen Themen gegeben werden, die sowohl Versuche zur Ertragsrelevanz von *Phytophthora* in Abhängigkeit der N-Versorgung als auch Kupferminimierungsstrategien mit Hilfe verbesserter Formulierungen und mit Hilfe des Prognosemodells BioPhytoPRE aus der Schweiz (MUSA & FORRER 2005) erprobt haben.

Da der Großteil dieser Arbeiten veröffentlicht ist, werden die Veröffentlichungen anstatt einer ausführlichen Methodenbeschreibung angegeben.

Material und Methoden

Da mit Ausnahme von Kupferfungiziden keine wirksamen Fungizide zur Verfügung stehen, gibt es fast keine Daten über aktuelle Ertrags-Verlust-Beziehungen unter Öko-Anbaubedingungen. Als Alternative zu befallsfreien Kontrollen können in gewissem Rahmen aber Daten von verschiedenen stark befallenen Parzellen dienen. Vor allem bei natürlichem Befallsgeschehen variiert die Befallsstärke stark innerhalb einer Parzelle oder eines Feldes. Dies kann somit ausgenutzt werden, um wenigstens über einen begrenzten Bereich eine Aussage über den Zusammenhang von Befall und Ertrag mit Hilfe von Regressionsanalysen machen zu können. Aus diesem Grund wurden in unseren Versuchen, wo immer möglich, Befall und Ertrag in kleinen Sektionen gemessen. Dort wo dann noch zusätzlich Kupfervarianten einge-

setzt wurden, ergab sich ein noch breiteres Spektrum für die Analysen und die Möglichkeit, die Befallsreduktion im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle zu berechnen.

Die Datengrundlage für die Analysen bestand aus:

- 2000–2002 Versuchsbetrieb Domäne Frankenhausen: Großflächige Versuche auf der (jeweils 1–2 ha Kartoffeln) über 2–6 ha verteilt, pro Jahr 500–800 einzelne Sektionen bonitiert und beerntet (BOUWS & FINCKH 2008)
- 2002–2004 Versuchsbetrieb Hebenshausen und 2004 Praxisbetriebe Eichenberg und Etzenborn: Sorte Nicola, 2 (3) unterschiedliche Fruchtfolgestellungen in Hebenshausen (FINCKH et al. 2006)
 - Mit und ohne Kupferbehandlung
 - 2004 wieder einzelne Sektionen bonitiert und beerntet: zwischen 48 und 100 Einzelpunkte pro Fruchtfolgestellung
- 2005–2007 Versuchsbetrieb Hebenshausen: Sorte Nicola, BioPhytoPRE, innovative Kupferpräparate (teilweise in FINCKH et al. 2007)

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

Grundsätzlich wurde der Befallsverlauf über die Saison als Fläche unter der Befallskurve zusammengefasst und dieser Parameter genutzt, um mit Hilfe multipler Regressionsverfahren die Ertrags-Verlustbeziehungen zu ermitteln.

Ausgewählte Ergebnisse und Diskussion

Eine einfache lineare Regression des Ertrages auf die Fläche unter der Befallskurve zeigte, dass der Zusammenhang nur in sieben von 13 Fällen statistisch signifikant war (Tabelle 1). Die R^2 Werte der signifikanten Regressionen geben jeweils an, welcher Anteil der beobachteten Ertragsvariation durch den Befall erklärt werden kann. Dieser Anteil schwankte zwischen 19 und 48 %. Das heißt, neben dem Befall mit *Phytophthora* spielten andere Faktoren eine insgesamt wichtigere Rolle. Um diese Faktoren aufzuzeigen, ist es notwendig, die Ertragsentwicklung und auch die Stickstoffdynamik im Boden näher zu betrachten.

Zeiternten in unseren Versuchen zeigten, dass die Ertragsbildung häufig bereits Ende Juli abgeschlossen ist, einem Zeitpunkt, an dem der Befall durch *Phytophthora* meist erst ertragsrelevant wurde (> 50–60 % Befallsstärke) (Abb. 1). Aus diesem Grund

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

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

^aGesamtertrag

^bSteigung der Regressionsgerade: Pro Einheit Zunahme der Fläche unter der Befallskurve nimmt der Ertrag entsprechend in t/ha zu oder ab.

^cBestimmtheitsmaß R²: Dieses Maß gibt an, wie hoch der Anteil der beobachteten Variation im Ertrag war, der durch die Fläche unter der Befallskurve erklärt werden konnte.

werden etwaige Befallsverminderungen durch Kupferapplikationen auch nicht immer in Mehrerträgen übersetzt (Abb. 2).

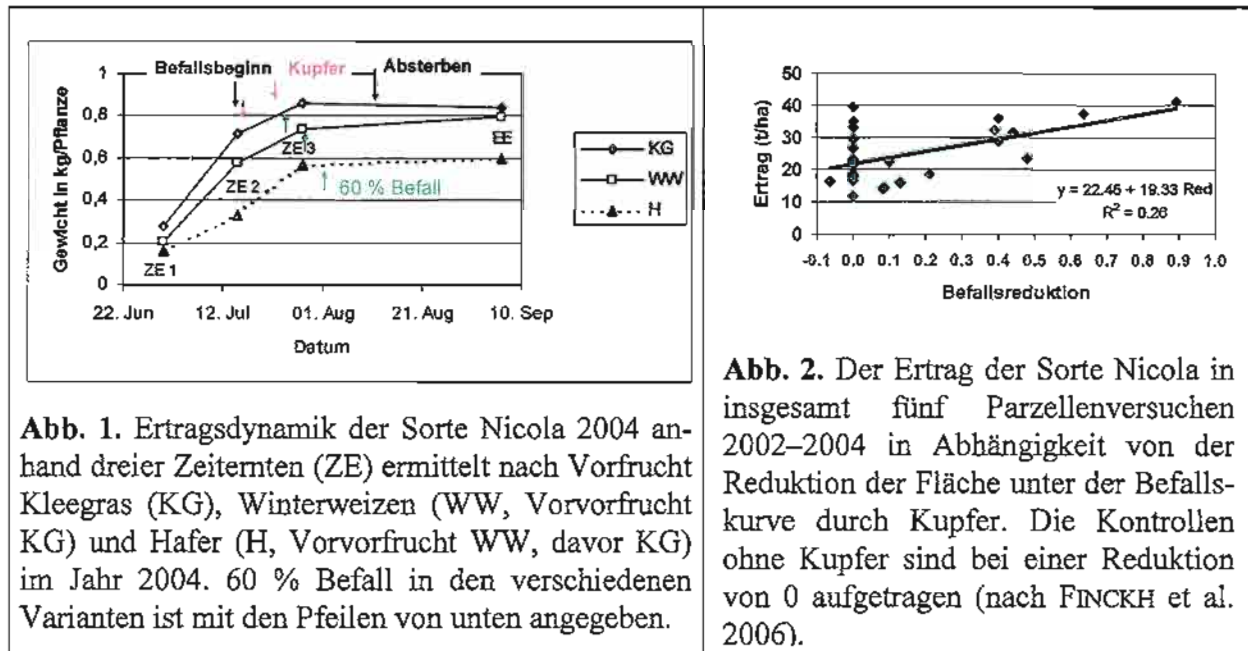


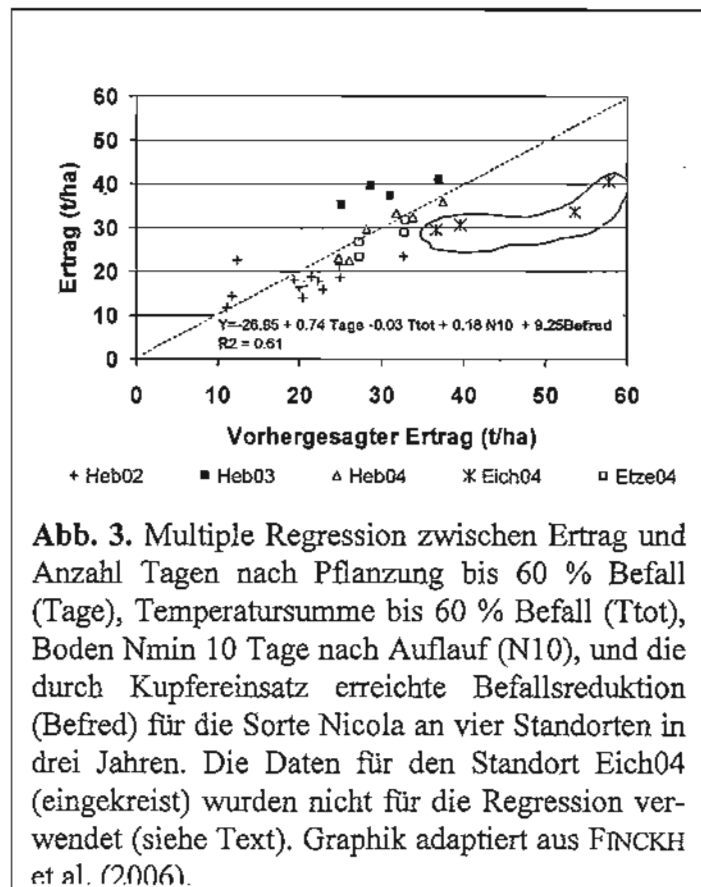
Abb. 2. Der Ertrag der Sorte Nicola in insgesamt fünf Parzellenversuchen 2002–2004 in Abhängigkeit von der Reduktion der Fläche unter der Befallskurve durch Kupfer. Die Kontrollen ohne Kupfer sind bei einer Reduktion von 0 aufgetragen (nach FINCKH et al. 2006).

Ein Vergleich der Ertragsdaten zwischen den Kontrollen (0 % Befallsreduktion) und den behandelten Varianten zeigt, dass je nach Jahr und Ort Befallsreduktionen durch Kupferapplikationen nur moderate Auswirkungen auf den Ertrag hatten und z. T. auch in den Kontrollen. Höchsterträge erzielt wurden (Abb. 2).

Um die Zusammenhänge zwischen Befall und Stickstoffversorgung besser zu verstehen, wurden sowohl diese Messungen als auch Klimadaten in eine multiple Regression für die Sorte Nicola für die Experimente von 2002–2004 einbezogen.

Folgende Parameter erwiesen sich letztendlich als besonders wichtig in ihrem Einfluss auf den Ertrag: % Befallsreduktion durch Kupfer, Wachstumsdauer bis 60 % Befall, Boden N Angebot 10 Tage nach Auflauf und Temperatursumme von der Pflanzung bis 60 % Befall (Abb. 3).

Insgesamt schwankten die Nmin Werte in den verschiedenen Versuchen sehr stark, von 60–190 kg Nmin/ha 10 Tage nach Auflauf. Die Wachstumsdauer variierte von 80–119 Tage und die Temperatursummen von 1371 bis 2000. Auffallend waren die 190 kg Nmin im Jahr 2004 an einem Standort, an dem als Vor-



frucht Kohl angepflanzt worden war, der aus verschiedenen Gründen nicht geerntet worden war und eingearbeitet wurde. Dies führte zu den extrem hohen Werten und einem vollständig anderen Verhalten der Kartoffeln in Wachstum und Befall als an den anderen Standorten mit unter Ökobedingungen üblicheren N-Versorgungsniveaus (bis max. 120 kg Nmin/ha). Wenn der Extremstandort weggelassen wurde, konnten damit 61 % der beobachteten Ertragsvariatio- on erklärt werden (Abb. 3) (FINCKH et al. 2006).

Bei genauer Betrachtung von Abb. 3 fällt jedoch auf, dass einzelne Standorte und Jahre eher unter- oder überschätzt werden. In nachfolgenden Experimenten wurde zusätzlich auch die N-Aufnahme gemessen und mit diesen Daten war es möglich, die Erträge weitaus genauer und auch ohne Jahreseffekte zu berechnen ($R^2=0.86$) (HAYER et al. 2007). Dies bestätigt weitgehend die Ergebnisse von MÖLLER et al. (2006) aus Süddeutschland. Die Ergebnisse belegen, dass ohne Einbezug der Nährstoffversorgung und Dynamik eine Einschätzung der Ertragsrelevanz von *Phytophthora* nicht möglich ist.

Neben den Untersuchungen der Interaktionen von Stickstoffdynamik und Befall wurden seit dem Jahr 2002 auch Strategien zur Minimierung des Kupfereinsatzes verfolgt. Hierzu wurden seit 2005 neue Formulierungen von Spieß Urania (SPU abgekürzt in Abb. 4) sowie das in der Schweiz entwickelte Prognoseverfahren BioPhytoPRE (MUSA & FORRER 2005) eingesetzt. Die Kombination aus der Anwendung des Vorhersagemodells und Kupfer trug sowohl zu einer Effizienzsteigerung des Kupfereinsatzes als auch zu einer deutlichen Verringerung der Aufwandmengen bei (Abb. 4a). So konnte im Jahr 2006 mit 1 kg Cu eines Versuchspräparates bereits mit der Hälfte des als Referenzprodukt eingesetzten Cuprozin eine signifikante Verbesserung des Bekämpfungserfolges erzielt werden (Daten nicht gezeigt). Ähnliches galt für das Jahr 2005, als mit 1100 g Kupfer eines Versuchspräparates im Durchschnitt über die verschiedenen Varianten eine Befallsreduktion von 58 % erreicht wurde (7 Applikationen mit 157 g Cu). Selbst im Extremjahr 2007 konnte mit nur 2 kg Kupfereinsatz (10 Applikationen a 200 g) des bereits im Jahr 2006 erfolgreich erprobten Präparates und dem konsequenten Einsatz des Prognosemodells der Befall um mehr als die Hälfte reduziert und die Erträge fast verdoppelt werden (Abb. 4a,b). In Bezug auf den Ertrag ergaben sich demgegenüber in den Jahren 2002 bis 2005 Steigerungen von 10 bis 26 % durch den Einsatz von Kupfer.

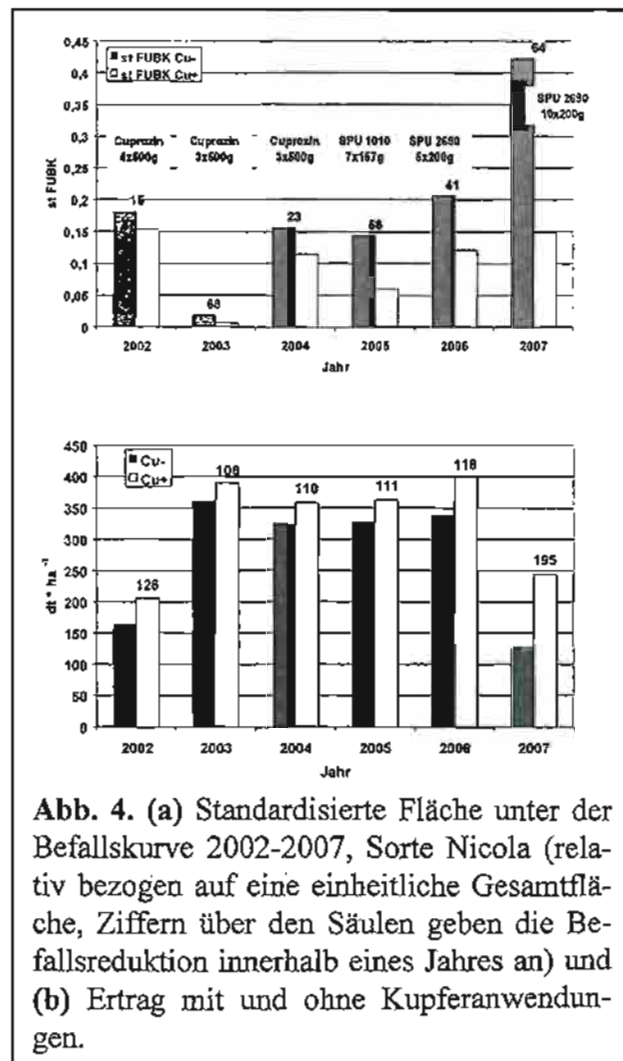


Abb. 4. (a) Standardisierte Fläche unter der Befallskurve 2002-2007, Sorte Nicola (relativ bezogen auf eine einheitliche Gesamtfläche, Ziffern über den Säulen geben die Befallsreduktion innerhalb eines Jahres an) und (b) Ertrag mit und ohne Kupferanwendungen.

Schlussfolgerungen

Der mengenmäßig und zeitlich optimierte Einsatz von Kupfer verbessert die Ertragssituation nur in Extremsituationen; entscheidender sind das Nährstoffangebot und die Nährstoffaufnahme der Bestände. Alle präventiven Maßnahmen zu einer schnellen Jugendentwicklung der Bestände vermeiden unnötigen Einsatz von Kupfer. Eine konsequente Anwendung von Prognoseverfahren, die die Hauptbefallsperioden vorhersagen, ist ein wichtiger Bestandteil der Kupferminimierungsstrategien. Jedoch fehlen in den Prognosemodellen Informationen die schlagspezifische Details berücksichtigen. So sollten neben der Klimasituation und der genaue Beobachtung der Befallssituation, die Sortenwahl, das N-Angebot und die N-Aufnahme, Knollenentwicklung und die Wirkungsdauer von Cu-Mitteln verstärkt zur Bemessung des Kupfereinsatzes einbezogen werden, um den spezifischen Bedingungen des Ökologischen Landbaus gerechter werden zu können. Bereits heute aber ist es aufgrund der Datenlage möglich, eine deutliche Einschränkung des Kupfereinsatzes auf 1 bis max. 1,5 kg Kupfer zu diskutieren.

Literatur

BOUWS, H. & FINCKH, M. R. (2008): Effects of strip-intercropping of potatoes with non-hosts on late blight severity and tuber yield. *Plant Pathology*, in press

FINCKH, M. R., SCHULTE-GELDERMANN, E. & BRUNS, C. (2006): Challenges to organic potato farming: Disease and nutrient management. *Potato Research*, 42, 28–37

FINCKH, M. R., SCHULTE-GELDERMANN, E., MUSA, T., FORRER, H. R. & BRUNS, C. (2007): Einfluss von *Phytophthora infestans* auf den Kartoffelertrag in Abhängigkeit von der Nährstoffversorgung und optimierten Kupferapplikationen. *Beiträge zur 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau*, 20.–23. März 2007. 353–356. Hohenheim: Universität Hohenheim

HAYER, F., BENZ, J., FINCKH, M. R., SCHULTE-GELDERMANN, E. & BRUNS, C. (2007): Effects of *Phytophthora infestans* on potato yield in organic farming as influenced by nutrient status. *Proceedings of the XVI International Plant Protection Congress, 15–18 October 2007, Glasgow, UK*, 124–125. Hampshire, UK: The British Crop Protection Council

MÖLLER, K., HABERMAYER, J., ZINKERNAGEL, V. & REENTS, H.-J. (2006): Impact and interaction of Nitrogen and *Phytophthora infestans* as yield-limiting and yield-reducing factors in organic potato (*Solanum tuberosum* L.) crops. *Potato Research*, 49, 281–301

MÖLLER, K. & REENTS, H.-J. (2007): Impact of agronomic strategies (seed tuber pre-sprouting, cultivar choice) to control late blight (*Phytophthora infestans*) on tuber growth and yield in organic potato (*Solanum tuberosum* L.) crops. *Potato Research*, online first: DOI: 10.1007/s11540-007-9026-5

MUSA, T. M. & FORRER, H.-R. (2005): Bio-PhytoPRE - ein Warn- und Prognosesystem zur Bekämpfung der Kraut und Knollenfäule im ökologischen Kartoffelanbau in der Schweiz [Bio-PhytoPRE – a decision support system for late blight control in organic potato production in Switzerland]. *Ende der Nische, Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau*. 1.3–4.3.2005 Kassel, Germany: Kassel University Press

Einsatz von Komposten als Reihenapplikation zur Reduzierung von *Rhizoctonia solani* an Kartoffeln – Ergebnisse aus Feldversuchen 2006/2007

Elmar Schulte-Geldermann, Christian Schüler, Oliver Hensel, Jürgen Heß, Maria R. Finckh und Christian Bruns

Universität Kassel, Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften,
Steinstr. 19, 37213 Witzenhausen, schulte-geldermann@wiz.uni-kassel.de

Einleitung

Im Ökologischen Landbau tritt immer häufiger schwerer Befall mit *Rhizoctonia solani* auf, der zu Ertrags- und Qualitätsverlusten sowie in der Pflanzgutproduktion zu Aberkennung führt (VÖLKE 2006). Dies kann eine schleichende Ausbreitung des Erregers verursachen, der relativ lange im Boden überdauern kann (GILLIGAN et al. 1996). Es besteht Unklarheit darüber, ob die teilweise erheblichen Ernteausfälle hauptsächlich durch die Vorinfektion des Pflanzgutes oder durch Standortfaktoren verursacht werden (SIMONS & GILLIGAN 1997, GILLIGAN et al. 1996, RUDKIEWICZ et al. 1983). Umstritten ist die Rolle der organischen Substanz an der Ausbreitung des Erregers. So gibt es Hinweise, dass die Krankheit durch frische, wenig zersetzte organische Stoffe im Boden gefördert wird (RADTKE et al. 2000), während andere Untersuchungen die positive Rolle von gut ausgetroteten Komposten für die Unterdrückung von bodenbürtigen Krankheiten betonen, darunter auch *R. solani* (SCHÜLER et al. 1989). Suppressiva Effekte von Komposten gegenüber *R. solani* werden vor allem aufgrund der Steigerung der mikrobiellen Aktivität und der Etablierung von mikrobiellen Antagonisten verursacht. Durch die Anreicherung mit organischer Substanz sind die Mikroorganismen in der Lage, relativ lange den Kompost als Nahrungsgrundlage zu nutzen und als Gegenspieler zu wirken (HOITINK & BOEHM 1999, HOITINK & FAHY 1986). TSROR et al. (2001) und LOOTSMA (1997) haben in Bezug auf praktisch umsetzbare Ansätze zur Kontrolle von *R. solani* in Kartoffeln mit Komposten viel versprechende Ergebnisse geliefert. Da es an erfolgreichen Kontrollmöglichkeiten für den Erreger im Ökologischen Landbau mangelt, sind solche integrativen, kostengünstigen Maßnahmen zur Kontrolle und Kulturstabilisierung gegenüber dem Erreger besonders wichtig. Gute Effekte durch Komposte gegenüber bodenbürtigen Erregern wurden vor allem dann beobachtet, wenn relativ hohe Aufwandmengen verwendet wurden (BRUNS & SCHÜLER 2002). Folglich ergab sich als Hypothese, dass eine Applikation von Komposten direkt in unmittelbarer Umgebung der Pflanzknolle eine hohe Erfolgsaussicht zur Einschränkung des Erregers hat. Jedoch sind die erforderlichen technischen Voraussetzungen dafür bisher nicht geschaffen worden.

Daher hatte unsere Untersuchung zum Ziel, die Wirkung einer Reihenapplikation von Kompost (Mischung aus Bioabfall und Grüngut sowie reine Grüngutkomposte) auf den Befall mit *R. solani* an Kartoffeln zu ermitteln.

Material und Methoden

Versuchsfrage/Ziele:

1. Kann durch einen gezielten Komposteinsatz in direkter Umgebung der Mutterknolle der Befall mit *Rhizoctonia solani* reduziert werden?
2. Entwicklung einer technischen Lösung der Kompostablage in der direkten Umgebung der Pflanzknolle kombiniert mit dem Legen

Versuche zur Auswirkung unterschiedlicher Komposte auf den Befall mit *R. solani* nach Reihenapplikation (2006/2007):

Sorte: Nicola (Nachbau)
Standort: 78 / 70 BP (2006/2007)
 Niederschlag Ø 612 mm; Temperatur Ø 7,9 °C

Versuchsdesign: Split-Plot in 4 Wdh.

Versuchsfaktoren:

1. Komposteinsatz ~ Dammablage

- Kompost 1 (5t TM*ha ⁻¹) 2006/2007	60/40 (%) Grüngut/Bioabfall (5 Mo.)
- Kompost 2 (5t TM*ha ⁻¹) nur 2007	100 (%) Grüngut (15 Mo.)
- Nährstoffausgleich	Hornmehl; Rohphosphat; Patentkali

2. Pflanzgutinfektionsgrad – Sklerotienbesatz

Geringer Besatz (< 1 %)	Mittlerer Besatz (2–5 %)	Starker Besatz (> 10 %)
-----------------------------	------------------------------	-----------------------------

Weitere Versuche :

2006:

Kompostablage (Grüngut/Bioabfall 60/40 %): Damm vs. Fläche (5 tTM*ha⁻¹); Ausbringung jeweilig mit UKS 150, Sorte Nicola (Z-Pflanzgut) Ergebnisse nicht gezeigt

2007:

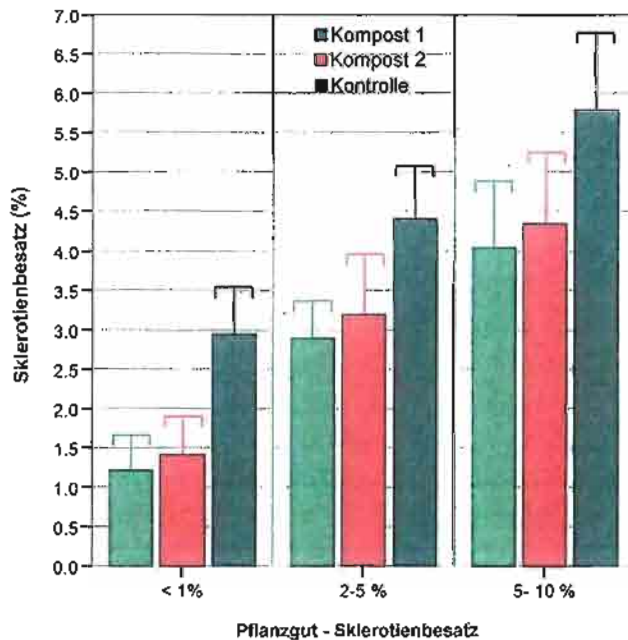
Kompostablage (Grüngut/Bioabfall 60/40 %) im Damm (5 tTM*ha⁻¹) / Sortenversuch mit 13 Sorten unterschiedlicher Reifegruppen

Ausgewählte Ergebnisse

Befallssituation

Durch den Einsatz von Komposten konnte in allen Versuchsansätzen der Jahre 2006/2007 eine signifikante Reduzierung der *R. solani* - Symptome erzielt werden. Abbildung 1 zeigt am Beispiel des Jahres 2007 sowohl die Reproduktion des Ergebnisses des Jahres 2006 (siehe SCHULTE-GELDERMANN et al. 2007) mit einem Mischkompost aus Grüngut und Bioabfall als auch den erfolgreichen Einsatz eines reinen Grüngutkompostes. Der Sklerotienbesatz der Ernteknollen konnte unabhängig vom Ausgangsbefall im Mittel durch die Komposte auch unter den stark befallssteigernden Bedingungen des Jahres 2007 kontrolliert werden.

Für die Belange des Ökologischen Landbaus ist aber der große Einfluss des Ausgangsbesatzes des Pflanzgutes sowohl auf den Sklerotienbesatz der Ernteknollen als auch auf die durch *R. solani* verursachten Knollendeformationen zu berücksichtigen (Abbildung 2). Das Ergebnis verdeutlicht den hohen Bedarf von Hygienemaßnahmen bzw. für einen Grenzwert des Ausgangsbesatzes an Sklerotien von Pflanzgut für den ökologischen Kartoffelanbau. Davon unabhängig konnten die Deformationen an den Ernteknollen durch Kompost um bis zu 50 % gesenkt werden und entsprechen damit etwa den Ergebnissen aus dem Jahr 2006.



KOMPOST	Untergruppe	
	1	2
Kompost 1	2.72	
Kompost 2	2.98	
Kontrolle		4.38

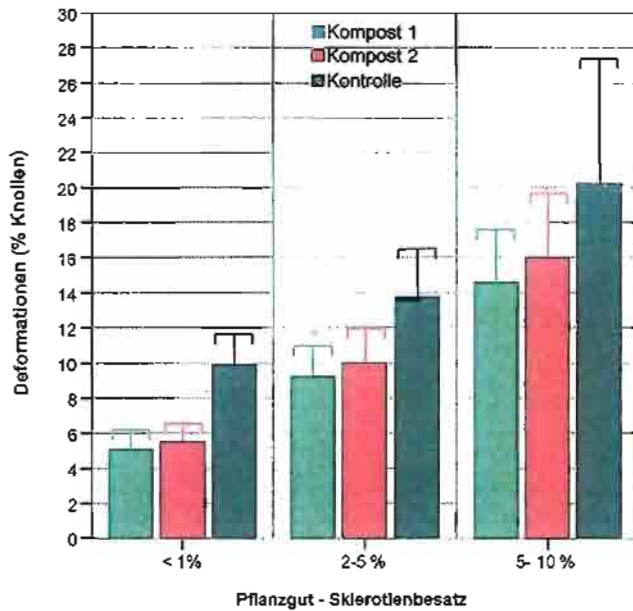
Pflanzgut- besatz	Untergruppe		
	1	2	3
< 1%	1.87		
2-5 %		3.50	
5-10 %			4.73

Abbildung 1: Mittlerer *R. solani* Sklerotienbesatz der Ernteknollen bei geringem, mittlerem und starkem Ausgangsbesatz des Pflanzgutes sowie dem Einsatz von zwei Komposten (5 tTM*ha⁻¹) im Vergleich zur Kontrollvariante (mit Nährstoffausgleich) im Versuchsjahr 2007. Die Tabellen rechts zeigen die Faktor-Mittelwerte für Gruppen in homogenen Untergruppen. Sind die Werte in unterschiedliche Gruppen eingeteilt, zeigt das einen signifikanten Unterschied bei einem Signifikanzniveau von 5 %. Basiert auf Typ III Quadratsumme. Der Fehlerterm ist "Mittel der Quadrate (Fehler) = 0,379"; N = 24; $\alpha = 0,05$.

Ertrag

Als Grundlage zur Ertragswirksamkeit des Komposteinsatzes wurde der bereinigte Marktertrag herangezogen, welcher sich aus der Marktsortierung für Speiseware abzüglich der Ernteknollen mit Deformationen und einem Sklerotienbesatz von über 15 % ergibt, da diese nicht vermarktbar sind.

Der Komposteinsatz zeigte einen signifikanten Vorteil von 12 bis 45 dt/ha im Vergleich zu den Kontrollen. Beim derzeitigen Marktpreis entspricht dies einer Steigerung des Markterlöses zwischen 600 bis 2250 Euro. Die deutlichsten Unterschiede (45 dt/ha) treten durch Kompost 1 bei geringem Pflanzgutbefall auf. In den anderen Varianten lag der Ertragsvorteil innerhalb der Pflanzgutbefallsklassen zwischen 12 und 22 dt/ha (Abbildung 3). Der starke Einfluss der Pflanzgutgesundheit tritt auch hier klar zutage.



KOMPOST	Untergruppe	
	1	2
Kompost 1	9.61	
Kompost 2	10.49	
Kontrolle		14.60

Pflanzgut - besatz	Untergruppe		
	1	2	3
< 1%	6.8		
2-5 %		10.9	
5- 10 %			16.9

Abbildung 2: Mittlerer Anteil (%) an durch *R. solani* verursachter Deformationen der Ernteknollen bei geringem, mittlerem und starkem Ausgangsbesatz des Pflanzgutes sowie dem Einsatz von zwei Komposten ($5t\ TM \cdot ha^{-1}$) im Vergleich zur Kontrollvariante (mit Nährstoffausgleich) im Versuchsjahr 2007

Die Tabellen rechts zeigen die Faktor-Mittelwerte für Gruppen in homogenen Untergruppen. Sind die Werte in unterschiedliche Gruppen eingeteilt, zeigt das einen signifikanten Unterschied bei einer Signifikanzniveau von 5 %. Basiert auf Typ III Quadratsumme. Der Fehlerterm ist "Mittel der Quadrate (Fehler) = 0,379"; $N = 24$; $\alpha = 0,05$

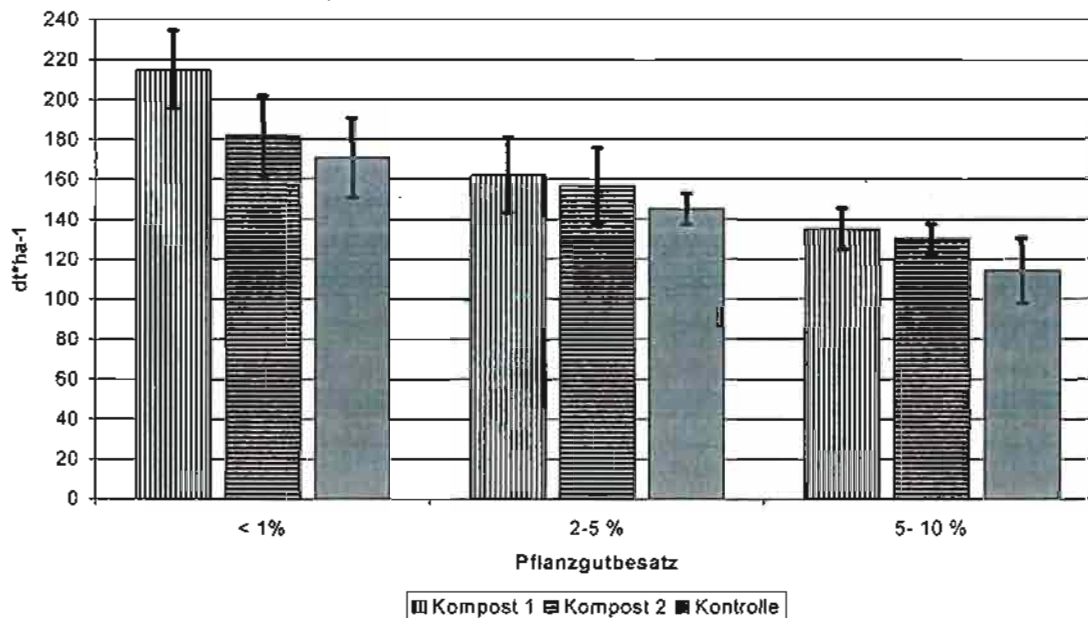


Abbildung 3: Bereinigter Marktertrag (30–60 mm; abzüglich Knollen mit Deformationen u. Sklerotienbesatz > 15 %) bei geringem, mittlerem und starkem Ausgangsbesatz des Pflanzgutes sowie dem Einsatz von zwei Komposten im Vergleich zur Kontrollvariante im Versuchsjahr 2007

Komposteinsatz im Sortenversuch 2007

Durch Komposteinsatz konnte bei allen 13 Sorten eine signifikante Reduktion des Stängelfäulebefalls festgestellt werden, wobei die Stärke der Reduktion deutlich sortenabhängig ausfiel (Abbildung 4).

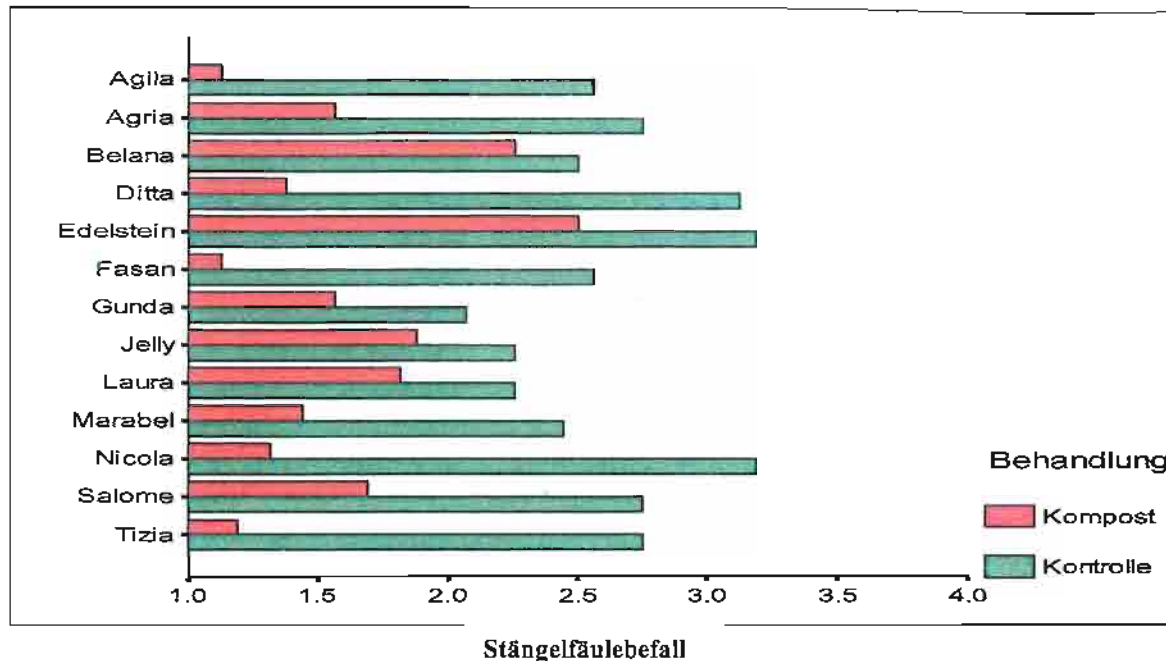


Abbildung 4: Stängelfäulebefall (1 = kein Befall bis 4 = starker Befall) bei 13 Sorten unterschiedlicher Reifegruppen und dem Einsatz von einem Kompost ($5t TM \cdot ha^{-1}$) im Vergleich zur Kontrollvariante (mit Nährstoffausgleich) im Versuchsjahr 2007

Schlussfolgerung

Es zeigte sich in den zweijährigen Untersuchungen, dass Komposte guter Qualität aus der getrennten Sammlung gegenüber *R. solani* unter Feldbedingungen ein suppressives Potential besitzen. Damit konnte bestätigt werden, dass Komposte, die bisher in der Hauptsache gegenüber Oomyceten in Topfkulturen erfolgreich getestet wurden, auch im Boden gegenüber einer anderen Erregergattung erfolgreich eingesetzt werden können und eine unmittelbare Applikation am Zielort des Erregers eine gute Schutzwirkung durch den Kompost gewährleisten kann. Für einen ausreichenden Schutz vor *R. solani* in der Kartoffelproduktion ist aber grundsätzlich eine hohe Pflanzgutgesundheit entscheidend. Es erscheint sinnvoll, Schritte für weitere technische Optimierung der hier angewendeten Reihenapplikation von Kompost vorzunehmen. Hinsichtlich von Standortunterschieden und möglichen Jahreseffekten sowie zu den zugrunde liegenden Mechanismen sind jedoch weitere Untersuchungen notwendig, um das Reduzierungspotential durch den platzierten Einsatz von suppressiven Komposten gegenüber *R. solani* an Kartoffeln zu ermitteln.

Danksagung

Der Fa. Rauch, Landmaschinen GmbH, Sinzheim danken wir für die Bereitstellung des Universal Kastenstreuer, UKS 150.

Literatur

BRUNS, C., SCHÜLER, C. (2002): Suppressive Effects of Composted Yard Wastes against Soil Borne Plant Diseases in Organic Horticulture. Intern. Symposium: Composting and Compost utilization, Columbus, Ohio, USA, pp. 11, CD, www.jgpress.org

- GILLIGAN, C. A., SIMONS, S. A., HIDE, G. A. (1996): Inoculum density and spatial pattern of *Rhizoctonia solani* in field plots of *Solanum tuberosum*: effect of cropping frequency, *Plant Pathol.* 45, 232–244
- HOTTINK, H. A. J., BOEHM, M. J. (1999): Biocontrol within the context of soil microbial communities: A substrate-dependent Phenomenon. *Annu. Rev. Phytopathol.* 37, 427–446
- HOTTINK, H. A. J., FAHY, P. (1986): Basis for the control of soilborne plant pathogens with composts. *Annu. Rev. Phytopathol.* 24, 93–114
- LOOSTMA, M. (1997): Control of *Rhizoctonia* stem and stolone canker of potato by harvest methods and enhancing mycophagous soil mesofauna.
<http://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs?wurpublikatie/@isn=37908>
- RADTKE, W., RIEKMANN, W., BRENDLER, F. (2000): Kartoffel: Krankheiten, Schädlinge, Unkräuter. Verlag Th. Mann, Gelsenkirchen, 272 S.
- RUDKIEWICZ, F., SIKORSKI, J., SKAZAK, J. (1983): Influence of type of soil, fertilisation and late blight control on the development of some diseases in potato plants and tubers. *Biuletyn Instytutu Ziemniaka* 30, 157–170
- SCHÜLER, C., BIALA, J., BRUNS, C., GOTTSCHALL, R., AHLERS, S., VOGTMANN, H. (1989): Suppression of root rot on peas, beans and beetroots caused by *Pythium ultimum* and *Rhizoctonia solani* through the amendment of growing media with composted organic household waste. *J. Phytopathology* 127, 227–238
- SCHULTE-GELDERMANN, E., SCHÜLER, C., HENSEL, O., HEß, J., FINCKH, M. R., BRUNS, C. (2007): Kontrolle von *Rhizoctonia solani* in Kartoffeln mit einer neu entwickelten Reihenapplikationstechnik von suppressiven Komposten. In: S. Zikeli et al. (Hrsg.), Zwischen Tradition und Globalisierung, Beiträge zur 9. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau, Universität Hohenheim, 20.–23. März 2007, 37–40
- SIMONS, S. A., GILLIGAN, C. A. (1997a): Factors affecting the temporal progress of stem canker (*Rhizoctonia solani*) on potatoes (*Solanum tuberosum*). *Plant Pathol.* 46, 642–650
- TSROR, L. BARAK, R., SNEH, B. (2001): Biological control of black scurf on potato under organic management. *Crop-Protection* 20: 2, 145–150
- VÖLKEL, G. (2006): Mündliche Mitteilung, Hessisches Dienstleistungszentrum für Landwirtschaft, Gartenbau und Naturschutz, Kassel

Einsatz von Pheromonfallen – nicht nur zum Schnellkäfer-Monitoring? Erfahrungen, Bewertungen

Ute Schepl, Andreas Paffrath

Ökologischer Landbau, Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen

Siebengebirgsstraße 200, 53229 Bonn-Roleber, ute.schepl@lwk.nrw.de

Im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau (BÖL) führt das Referat Ökologischer Landbau der Landwirtschaftskammer NRW seit 2002 Untersuchungen zur Reduzierung des Drahtwurmbefalls durch. Im Vordergrund standen bisher Schädigungen an Kartoffeln. Inzwischen werden auch andere gefährdete Kulturen wie Mais und Gemüse untersucht.

Drahtwürmer sind die Larven der Schnellkäfer. Alle Larvenstadien, vornehmlich der Arten *Agriotes obscurus* und *Agriotes lineatus*, verursachen in unseren Breiten die meisten Schäden. Die weiblichen wie männlichen Käfer hingegen leben nur kurz und verursachen in den verschiedenen Feldkulturen keine Schäden.

Die Käfermännchen erscheinen 14 Tage vor den Weibchen und fliegen zwischen März und Juli und verpaaren sich. Die begatteten Weibchen legen zwischen April und Juli je ca. 160 Eier 2–3 cm tief im Boden ab. Daraus schlüpfen die Larven (Drahtwürmer), die eine Entwicklungszeit von 3–6 Jahren bis zum Käferschlupf durchlaufen.

In dieser Zeit ernähren sie sich von organischer Substanz und hinterlassen zum Teil große Fraßschäden. Von Lochfraß betroffen sind unter anderem Kartoffeln, Möhren und Sellerie. Drahtwurmfraß an jungen Wurzeln und Keimlingen schädigt Gemüsekulturen und Getreide, insbesondere Mais.

Im Projekt werden verschiedene Strategien zur Reduzierung der Drahtwürmer bzw. Drahtwurmschäden untersucht. Dazu gehören unter anderem der Einsatz von Feind- und Fangpflanzen, der Einfluss von Bodenbearbeitung, Fruchtfolgegestaltung und Sortenwahl, der Einsatz des insektenpathogenen Pilzes *Metarhizium anisopliae* sowie Pflanzenstärkungsmittel und Bodenverbesserer.

Als Hilfsmittel dient das Monitoring, um die Wirksamkeit dieser Strategien nachzuweisen; es kann auf zwei Arten durchgeführt werden:

1. Bestimmung des Drahtwurmbesatzes im Boden mit Hilfe von Bodenproben oder Köderfallen. Hierdurch kann eine Schadschwelle ermittelt werden.
2. Abfangen der Käfermännchen mit Hilfe der Pheromonfallen:
 - a. Über die ermittelten Fänge erfolgt eine Populationsabschätzung der jeweiligen Fläche, die in eine Prognose für eine mögliche Belastung der Flächen mündet. Diese Möglichkeit ist in der Erprobungsphase.
 - b. Durch großflächigen mehrjährigen Einsatz von Pheromonfallen können Schnellkäferpopulationen deutlich reduziert werden.

Erste Ergebnisse mit Pheromonfallen:

1. Es konnten bisher sehr viele Käfermännchen abgefangen werden (35.000 mit 100 Fallen); dies erhöht die Hoffnung auf eine Populationsreduzierung durch das Abfangen mit Pheromonfallen (Abb. 1).
2. Populationsabschätzungen bzw. Auswirkungen auf die gesamte Population sind noch nicht möglich, da erst drei Fangperioden stattfanden.
3. Es gibt inzwischen eine gute Falle auf dem Markt, die aber noch verbessert werden kann (Abb. 3).

4. Die Fallen sollten zwischen Mitte April und Mitte Juni aufgestellt werden. In diesem Zeitraum wurde das größte Schnellkäferaufkommen ermittelt (Abb. 2).
5. Würde ein großflächiger Einsatz zum Erfolg führen, so würde das Kosten in der Höhe von 100 bis 120 € pro ha und Jahr verursachen.

Anzahl Käfer

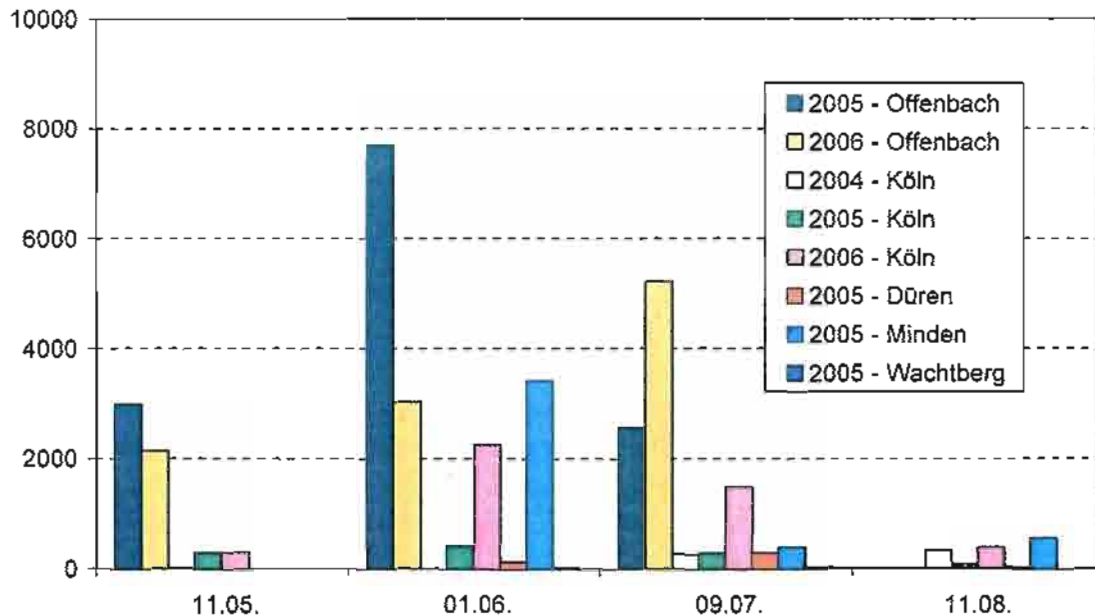


Abb. 1: Anzahl abgefangener Käfer je Zeiteinheit; über alle Standorte aufsummiert

Anzahl Käfermännchen/Faile

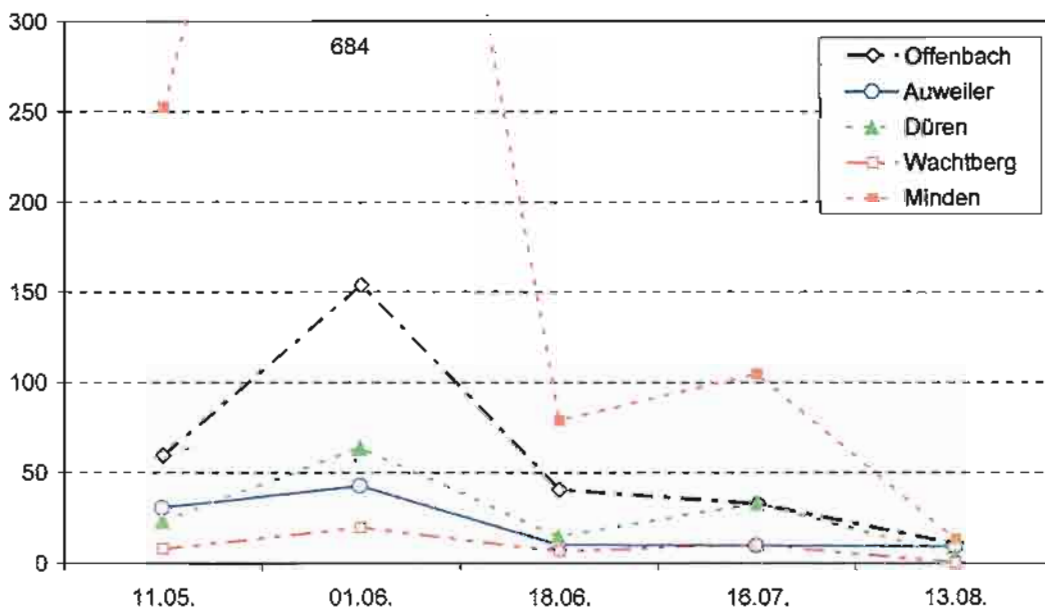
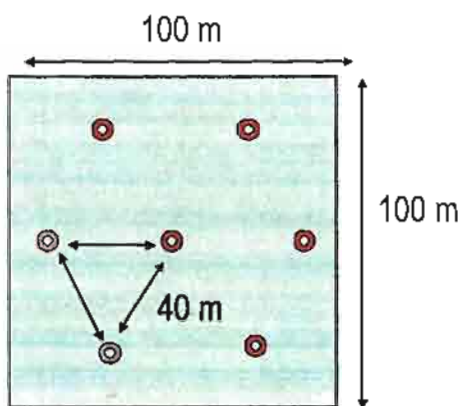


Abb. 2: Zwischen Mitte Mai und Anfang Juni wurden die meisten Käfer abgefangen



Abb. 3: CSalomon-Pheromonfalle



- ⊙ Pheromonfalle
- ↔ Distanz in m

- Kosten je Falle: 10 € brutto
- Kosten je Pheromon: 1,50 € bis 3,00 € brutto
- Anzahl Fallen/ha 7-8
- Abstand zwischen den Fallen: 40 m
- Wechsel des Pheromons: alle 6 Wochen

Abb. 4: Flächendeckende Anordnung der Pheromonfallen auf dem Feld

Suche nach neuen, nachhaltigen und zulassungsfähigen Pflanzenschutzverfahren im Ökologischen Landbau: Pheromone als umweltverträgliche Wirkstoffe und Wege zu ihrer Ausbringung

Hans E. Hummel, Detlef F. Hein, Günter Leithold

Justus-Liebig-Universität, Organischer Landbau, Karl-Glöckner-Str. 21C, 35394 Gießen

Mangel an Präparaten mit Zulassung im Ökologischen Landbau

Unter den begrenzten Zulassungsbedingungen für Pflanzenschutzmittelwirkstoffe, wie sie im Ökologischen Landbau unter EU Verordnung 2092/91 üblich sind, verbleiben etwa ein Dutzend analytisch definierbarer Wirkstoffe (KÜHNE et al. 2006). In alphabetischer Ordnung sind dies: Azadirachtin, Eisen-III-phosphat, Gelatine, hydrolysiertes Eiweiß, Lecithin, Kalischiemierseife, Kupfer, Mikroorganismen einschließlich *Bt* und Granulosevirus, Pheromone, Pflanzenöle, Paraffinöl, Pyrethrine aus *Tanacetum cinerariaefolium*, Quarzsand und *Quassia*. Von diesen Wirkstoffen ist in Deutschland seitens der 7 relevanten ökologischen Anbauverbände wiederum nur eine Auswahl anerkannt. Verschiedene Verbände sind mehr oder weniger selektiv. Pheromone finden zwar die Zustimmung aller Verbände. Aber schon bei Azadirachtin, dem Wirkstoff aus Samen des Neem-Baumes *A. indica*, gibt es zwei, die seine Anwendung nicht auflisten. Generell verboten sind synthetisch chemische Toxine. Aber auch Mineralöl und selbst Naturstoffe wie Rotenon und das natürliche Pflanzenwachstumshormon Ethylen unterliegen absoluter Beschränkung. Dieses Schicksal teilen Diammoniumphosphat, Pyrethroide und Kalialaun. Netzschwefel ist unter gewissen Bedingungen erlaubt, ebenso Kupfer in Sonderkulturen wie Wein-, Hopfen- und Kartoffelanbau. Selbst Quarzsand erregt das Misstrauen eines Verbandes, Eisen-III-Phosphat und Schwefelkalkbrühe sind bei zwei Verbänden ausgeschlossen. So gelangen wir insgesamt zu einer Situation, in der es dem praktizierenden Ökolandwirt schwer fällt, überhaupt noch Präparate zu finden, mit deren Hilfe er sein nicht unbeträchtliches Investment in Samenmaterial, bestellte Ackerfläche, Arbeitszeit, Ernte, Lager- und Vermarktungskosten sowie in Kapitalertrag schützen und gleichzeitig Deckungsbeiträge erwirtschaften kann, die es gestatten, auf Dauer im Geschäft zu bleiben.

Einige der genannten Präparate sind teuer, einige sind sehr spezifisch oder unspezifisch, was die Auswahl weiter einschränkt. Bei der Suche nach nachhaltigen und zulässigen Pflanzenschutzmitteln schneiden alle genannten Präparateklassen mehr oder weniger günstig ab. Fest steht, dass der Berater keine leichte Aufgabe hat, will er Empfehlungen aussprechen. Insgesamt ergibt sich daraus eine Notlage, in der die besten und innovativsten Köpfe gefragt sind, Auswege zu ersinnen, neue Richtungen zu erdenken, sie experimentell auszutesten und zur Anwendung vorzuschlagen. An Versuchen in dieser Richtung hat es in den letzten Jahrzehnten nicht gefehlt.

Pheromone

Eine gewisse Sonderstellung mit sehr weiter Anwendung nehmen die flüchtigen Insektenlockstoffe ein. Ursprünglich in Deutschland als definierte organische Stoffe erkannt, wurden sie am Modellbeispiel des Seidenspinnerlockstoffs Bombykol von BUTENANDT et al. (1959) vor knapp 50 Jahren erstmals in ihrer Struktur erkannt, synthetisiert und von KARLSON & LÜSCHER (1959) "Pheromone" benannt. Die Kunde von diesen Anfangserfolgen breitete sich in Windeseile aus. Schon nach wenigen Jahren fanden sich in verschiedenen Teilen der Welt Arbeitsgruppen, die Pheromone zur Feststellung der Art und Dichte von Schadinsekten in landwirtschaftlichen Kulturen praktisch einsetzten. Die Zahl bekannter Strukturen wuchs inzwischen auf über tausend und führte zu einer stürmischen Erweiterung des Wissens (MITCHELL 1981, HUMMEL & MILLER 1984, RIDGWAY et al. 1990, CARDE & MINKS 1997, MILLAR & HAYNES 1998). Nach nunmehr über 30jähriger praktischer Anwendung liegen außer einigen

unbedeutenden Fällen von Beifängen ganz überwiegend positive Erfahrungen im "Monitoring" mit Pheromonen vor, wobei vor allem die sehr hohe Artspezifität überrascht und schließlich auch die deutschen Anbauverbände zur rückhaltlosen Zustimmung zu ihrem Einsatz bewog. Hierzulande traten Pheromone von Borkenkäfern, Obst- und Gemüseschädlingen, Insekten des Weinbaus und des Vorratsschutzes hervor. Sie sind auch in Laienkreisen wohl bekannt und werden als fester Bestandteil des Pflanzen- und Vorratsschutzes (LEVINSON & LEVINSON 1985) angenommen.

Als herausragende Eigenschaften von Pheromonen sind hervorzuheben:

1. sehr hohe, praktisch absolute Artspezifität: So fängt etwa der weibliche Lockstoff des Westlichen Maiswurzelbohrers *Diabrotica virgifera virgifera* (Coleoptera: Chrysomelidae) (WCR) fast nur Männchen und keine anderen Käfer oder Motten. Er eignet sich also hervorragend für das Monitoring dieser Schadinsekten in einem bestimmten Feldabschnitt und erlaubt in einigen Fällen, in denen die Vorgeschichte des Feldes hinreichend genau bekannt ist, auch quantitative Bestimmungen der Populationsdichte sowie ihres Anstiegs oder zeitlichen Abfalls.

2. Sehr hohe Effektivität: In Monitoring- und Massenabfang-Fallen genügt ein Köder von Bruchteilen eines Milligramms, um damit die Falle für mehrere Wochen fängig zu machen. Bei der Anwendung der Paarungsstörung durch Überfluten des Feldes durch Pheromondüfte (air permeation) genügen oft Mengen von 20 bis 100 g pro ha für die gesamte Wachstumsperiode, um die Paarung zwischen Männchen und Weibchen weitgehend zu unterbinden. Es handelt sich um keinen Einzelfall, sondern die Autoren selbst konnten über Jahre hinweg Beispiele dafür im Obst-, Wein-, Gemüse(Mais)- und Baumwollanbau beobachten. Berücksichtigt man den hohen Preis der Stoffe und stellt dagegen den begrenzten Bedarf pro ha, so kommt man im Baumwollanbau und im Weinbau zu Behandlungskosten, die denjenigen vergleichbar sind, die bei konventionellen Präparaten entstehen und die Pheromone im Wettbewerb durchaus bestehen lassen.

3. Umweltverträglichkeit: Pheromone sind darüber hinaus völlig *untoxisch* und *vollständig bioabbaubar*, so dass man sie auch bei präparativen Anwendung nach wenigen Tagen nicht mehr findet, weil sie sich entweder vollständig verflüchtigen oder sich biochemisch und photochemisch verändern und schließlich zu Acetat, CO₂ und Wasser abgebaut werden. Außerdem haben sie in den meisten Fällen keine negativen Wirkungen auf andere Mitglieder des Ökosystems.

4. Verhaltenssteuerung statt Einfluss auf biochemische Stoffwechselwege: Zudem hat man bisher nie *Resistenzentwicklungen* gefunden, weil Pheromone anders als konventionelle Gifte keine Enzymsysteme des internen Metabolismus blockieren (der durch einen gezielten Punkt-Mutationsschritt umgangen werden kann), sondern wegen ihres völlig anderen Wirkungsmechanismus als verhaltenssteuernde Stoffe (SHOREY & MCKELVEY 1977) multigenisch vererbare Reaktionsschritte auslösen, die durch ein einzelnes Mutationsereignis nicht umzusteuern sind. Es müsste der höchst unwahrscheinliche Fall eintreten, dass viele Mutationsschritte gezielt zur selben Zeit in dieselbe Richtung wirken. Das ist nach den Gesetzen der Statistik um Größenordnungen unwahrscheinlicher als ein Lottohauptgewinn.

Viele Erkenntnisse über Wirksamkeit von Pheromonen sind auch auf die verwandten Insekten- und Pflanzen-Kairomone (METCALF und METCALF 1992) übertragbar. Auch sie lassen sich für Monitoring, Massenabfang und Verwirrung einsetzen. Ihre Spezifität ist allerdings etwas geringer einzustufen als die der Pheromone.

Einschränkungen für den breiten Einsatz von Pheromonen erwachsen (der Teufel steckt auch hier im Detail) aus mehreren Richtungen:

1. Expertenwissen zu Grundlagen und Anwendungen ist nötig
2. Wirkungssicherheit der Verwirrungsmethode ist der von toxischen Stoffen noch unterlegen
3. Arbeitsaufwand und Kosten liegen oft höher als bei versprühbaren toxischen Stoffen
4. Formulierungsfragen erfordern weitere Anstrengungen

Diskussion der Punkte 1 bis 4:

Zu Punkt 1: Fallen zu Monitoring und Massenabfang sind relativ einfach zu handhaben. Es gibt gut verständliche Anleitungen der Hersteller. Bei Verwirrungsverfahren dagegen ist wegen vieler möglicher Variablen eine zeitlich, örtlich und technologisch genaue Einstellung der Verfahren notwendig, die ausführliche Beratung oder Schulung voraussetzt oder von vornherein unter der Anleitung von Experten stehen sollte. Pheromone als verwirrende Agentien z. B. sind gezielt dosiert auszubringen, was hauptsächlich durch Handarbeit geschieht. Das Ergebnis der Behandlung ist durch genaues Abzählen der Fallenfänge in je zwei Feldern (Behandlungs- und Kontrollparzelle), über Wochen hinweg zu verfolgen und zu protokollieren. Dieser Arbeitsaufwand ist vielen Forschern vertraut, widerspricht aber den Erwartungen der meisten Anwender, die der sehr populären "spray and count dead insects" Philosophie des Pflanzenschutzes huldigen. Der Ökologische Landbau spielt hier eine gewisse Sonderrolle, weil seine Verfechter von vorne herein zu verstärkten Leistungen zum Nutzen der Umwelt bereit sind.

Zu Punkt 2: Systeme, auch solche mit Marktreife, die dem Landwirt einen großen Teil dieser Arbeit abnehmen, sind bisher nicht gegen widrige Wetterbedingungen gefeit. Sie haben zwar einen Wirkungsgrad von 60 bis 100 %. Zuweilen gibt es aber wind- und wetterbedingte Ausreißer (wie in Abb. 2), so dass man als Faustregel mit einer Fehlernte in zehn Jahren rechnen muss, ein Risiko, das vielen herkömmlichen Landwirten als zu hoch erscheint. Auch wenn die Umwelt darunter leidet, sprüht man als „Versicherung“ gegen Schäden Insektizide, auch wenn sich noch kein Schaden ankündigt.

Zu Punkt 3: Der Arbeitsaufwand bei Pheromon- und Kairomonanwendungen ist deutlich höher als bei synthetisch toxischen Stoffen. In Ländern mit hohem Lohnniveau ist das ein entscheidendes Hemmnis. Auch die Kosten für die Stoffe selbst, die bisher keine Massenprodukte darstellen, liegen deutlich höher als für synthetische Giftstoffe. Dennoch gibt es auch einige Beispiele, z. B. im kommerziellen Baumwollanbau auf großen Flächen im Südwesten der USA, Australiens, des Nahen Ostens, wo die Kosten konventioneller Verfahren und Verwirrungsverfahren etwa vergleichbar sind.

Zu Punkt 4: Formulierungsfragen für Pheromone beschäftigen Entomologen und Agraringenieure seit mehreren Jahrzehnten. Viele intelligente Lösungen wurden vorgeschlagen (CARDARELLI 1979, HUMMEL 1983a, KYDONIEUS 1982, KYDONIEUS & BEROZA 1982, LEONHARDT & BEROZA 1982, MITCHELL 1981, WEATHERSTON ET AL. 1982), ohne dass sich eine weltweit endgültige und allgemein praktikable Lösung für alle Schadinsekten herauskristallisiert hätte. Unsere Arbeitsgruppe selbst hat sich verschiedenen Systemen gewidmet. Untersucht wurden sehr einfache Pappdispenser (Abb. 1) für die Verwirrung des WCR mit dem käfereigenen Pheromonlockstoff 8-Methyl-decan-1-ol-propionat und dem von METCALF & METCALF (1992) vorgeschlagenen Kairomonanalogen MCA. Auch Hohlfasern aus Zellulose (HUMMEL 1983b) wurden für diese Zwecke eingesetzt. Auf kleinen Flächen bis etwa 1 ha haben sich diese Techniken als erfolgreich erwiesen. Bei größeren Flächen wird der Arbeits- und Zeitaufwand untragbar hoch. So erforderte allein das Ausbringen der Dispenser in einem Feld von 0,6 ha Feldgröße einen vollen Arbeitstag. Tägliche Besuche von Monitoring-Fallen zur Feststellung und Protokollierung des Verwirrungserfolgs (Abb. 2) folgten über einen Zeitraum

von 2 Wochen. Der Wunsch zur Entwicklung mechanisierter Verfahren ist also nachvollziehbar. Versuche mit kairomongetränkten Partikeln aus billigem Maiskolbenschrot und ihre Ausbringung vom Hochstelzenschlepper (Abb. 3), vom Arro-Gun® (Abb. 4) und vom Flugzeug (Abb. 5) (WENNEMANN & HUMMEL 2002) folgten. Diese Versuche bedürfen weiterer Optimierung, bevor sie als voll praxistauglich, wirkungssicher und ökonomisch wettbewerbsfähig gelten können. Zum Zwecke der Ersparnis teurer Handarbeitskosten, die jährlich erneut anfallen und bei begrenztem Stellenangebot schwer zu rechtfertigen sind, setzt sich im Zeitalter zunehmender Globalisierung der Einsatz von Maschinen und automatisierten Verfahren durch. Man mag diesen Trend mit großem Argwohn betrachten. Wegdiskutieren lässt er sich kaum. So fanden bei der jüngsten Agritechnica Messe Hannover 2007 just jene innovativen Systeme die meiste Beachtung der Landwirte, die Fortschritte der Elektronik und der Mechanisierung durch intelligent programmierte Roboter ("Mechatronics") verbinden und zu Zwecken des Pflanzenschutzes einzusetzen trachten.

In diese Richtung stießen auch SHOREY & GERBER (1996), KNIGHT (2002) und WELTER et al. (2005) mit Neuentwicklungen auf dem Gebiet der Pheromondispenser vor, die es gestatten, durch Funkbefehl aus Druckbehältern zeitlich und örtlich genau bemessene Pheromonlösungen in Sonderkulturen wie Pfirsich, Mandeln, Pistazien und Walnüsse zum Zweck der Verwirrung entsprechender Schadinsekten freizusetzen.

Unsere Arbeitsgruppe schlug einen etwas anderen Weg ein und hat sich seit 2003 der Herausforderung verbesserter, zeitstabil wirksamer Formulierungen für das Ausbringen von Lockstoffen erneut angenommen. Auf Anregung von den Kollegen Greiner und Wendorff von der Universität Marburg entstanden Pläne zum Einsatz bioabbaubarer Nanofasern im Pflanzenschutz. Einzelheiten über Fasern und deren Herstellung durch Elektrosponning sind dem folgenden Beitrag (GREINER & WENDORFF 2008) und dem Übersichtsartikel von Greiner & Wendorff (2007) zu entnehmen.

Keines der erwähnten Systeme ist im Sinne von Präzisions-Agrikultur vollkommen. Alle bedürfen weiterer Verfeinerung, Verbilligung, Vereinfachung, Mechanisierung, wenn nicht Automatisierung.

Hier eröffnen sich neue Richtungen für Forschung und Entwicklung, aus denen auch der Ökologische Landbau verstärkten Nutzen ziehen wird.

Danksagung

Die Autoren danken der EU-Brüssel für Unterstützung der Versuche über den Westlichen Maiswurzelbohrer 2000-2003 unter Projektnummer QLK5-1999-01110 in Ungarn. Die Schwarz-Stiftung ermöglichte dem Erstautor weitergehende Forschungen in Kroatien, Slowenien, dem Tessin und dem Bodenseegebiet (Baden-Württemberg). Fachliche Anregungen kamen von F. Baca (Internationales Maisforschungsinstitut Zemun Polje, Serbien) und R. L. Metcalf (University of Illinois).

Literatur

BUTENANDT, A., BECKMANN, R., STAMM, D., HECKER, E. (1959): Über den Sexuallockstoff des Seidenspinners *Bombyx mori*. Reindarstellung und Konstitutionsermittlung. Zeitschr. Naturforsch. **14 b**: 283–284

CARDARELLI, N. F. (1979): The efficacy, environmental impact and mechanisms of release and dispersal of pesticide materials emitted from a controlled release dispenser. pp. 744–753 in : Geissbühler H., ed. Advances in pesticide research. Part. 3. IUPAC. Pergamon Press, Oxford

CARDÉ, R. T., MINKS, A. K. eds. (1997): Insect Pheromone Research. New Directions. Chapman and Hall, New York. ISBN 0-412-99611-1

GREINER, A., WENDORFF, J. H. (2007): Electrospinnen: Eine faszinierende Methode zur Präparation ultradünner Fasern. Angew. Chem. Int. Ed. **46**: 5670–5703

GREINER, A., WENDORFF, J. H. (2008): Neue Applikationstechniken in Gestalt elektrogenespinner Nanofasern. Berichte aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin und Braunschweig (dieser Band)

HUMMEL, H. E. (1983a): Insecticides and Their Design. J. Nematol. **15**: 615–639

HUMMEL, H. E. (1983b): Sex Pheromone Communication Disruption in Corn Rootworm beetles, *Diabrotica* sp. Proc. 10th Int. Congr. Plant Protection, Brighton, Nov. 20–25, 1983

HUMMEL, H. E., MILLER, T. A., eds. (1984): Techniques in Pheromone Research. Springer Verlag, New York. ISBN 0-387-90919-2

HUMMEL, H. E., BACA, F. I., ERSKI, P. (2003): Orientation disruption of *Diabrotica virgifera virgifera* in maize by a liquid MCA formulation released from paper squares in the Banat region of Serbia and Montenegro. Comm. Appl. Biol. Sci. Ghent Univ. **68**(4a), 99–104

KARLSON, P., LÜSCHER, M. (1959): Pheromones: a new term for a class of biologically active substances. Nature (Lond.) **183**: 55–56

KNIGHT, A. L. (2002): Development of aerosol devices for management of codling moth and leafrollers. IOBC WPRS bulletin **25**: 101–110

KÜHNE, S., BURTH, U., MARX, P. (2006): Biologischer Pflanzenschutz im Freiland: Pflanzengesundheit im Ökologischen Landbau. Ulmer Verlag, Stuttgart, ISBN: 978-3-8001-4789-6, speziell Kap. 10.1

KYDONIEUS, A. F., ed. (1982): Controlled Release Technologies. Methods, Theory, and Applications. Vol. 1 and 2. CRC Press, Boca Raton

KYDONIEUS, A. F., BEROZA, M. (1982): Insect Suppression with Controlled Release Pheromone Systems. Vol. 1 & 2. CRC Press, Boca Raton

LEONHARDT, B. A., BEROZA, M. (1982): Insect Pheromone Technology. Chemistry and Applications. ACS Symposium Series # 190. American Chemical Society, Wash. D.C. ISBN 0-8412-0724-0

LEVINSON, H. Z., LEVINSON, A. R. (1985): Use of pheromone traps for the proper timing of fumigation in the storage environment. Bull. OEPP **15** : 43–50

METCALF, R. L., METCALF, E. R. (1992): Plant kairomones in insect ecology and control. Kluwer Academic Publishers, Boston. ISBN 0-412-01991-4

MILLAR, J. G., HAYNES, K. F. (1998): Methods in Chemical Ecology. Vol. 1, Chemical Methods. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht. ISBN 0-412-08071-0

MITCHELL, E. R. ed. (1981): Management of insect pests with semiochemicals. Concepts and Practice. Plenum Press, New York. ISBN 0-306-40630-6

NOVAK, R. J., METCALF, R. L., LAMPMAN, R. L., HUMMEL, H. E. (2001): Innovative Pest Management of Corn Rootworms: the use of kairomone-impregnated baits. pp. 60-72 in: Mulla Mir S (ed.) Biopesticides: Biotechnology, Toxicity, Efficacy, Safety, Development and Proper Use. Proc. 2nd Int. Conf. Biopesticides. Compact Print. Bangkok, Thailand. ISBN 974-229-056-3

RIDGWAY, R. L., SILVERSTEIN, R. M., INSCOE, M. N. eds. (1990): Behavior Modifying Chemicals for Insect Management. Marcel Dekker, New York. ISBN 0-8247-8156-2

SHOREY, H. H., MCKELVEY, JR. J. J. (1977): Chemical Control of Insect Behavior. Theory and Application. Wiley, New York. ISBN 0-471-78840-6

SHOREY, H. H., GERBER, R. G. (1996): Use of puffers for disruption of sex pheromone communication of codling moths (Lepidoptera: Tortricidae) in walnut orchards. Environ. Entomol. 25(6): 1398–1400

WEATHERSTON, J., GOLUB, U. A., BENN, M. H. (1982): Release rates of pheromone from hollow fibers. pp. 145-157 in: Leonhardt BA, Beroza M, eds. Insect Pheromone Technology: Chemistry and Applications. ACS Symposium Series # 190. American Chemical Society-Wash. D.C.

WELTER, S. C., PICKEL, C., MILLAR, J., CAVE, F., VAN STEENWYK, R. A., DUNLEY, J. (2005): Pheromone mating disruption offers selective management options for key pests. California Agriculture 59(1): 16–22

WENNEMANN, L., HUMMEL, H. E. (2002): Der Maiswurzelbohrer: Neue Bedrohung für den europäischen Maisanbau. Mais 1: 16–19



Abb.1: Metcalf-Falle als Monitoring-Station in Nachbarschaft zu einem von Hand angebrachten Dispenser, der im Maisfeld durch Permeation mit dem Kairomon MCA Verwirrung bei WCR erzielt (Banat, Serbien, Juli 2002; Aufnahme F. Baca), aus Hummel et al. 2003.

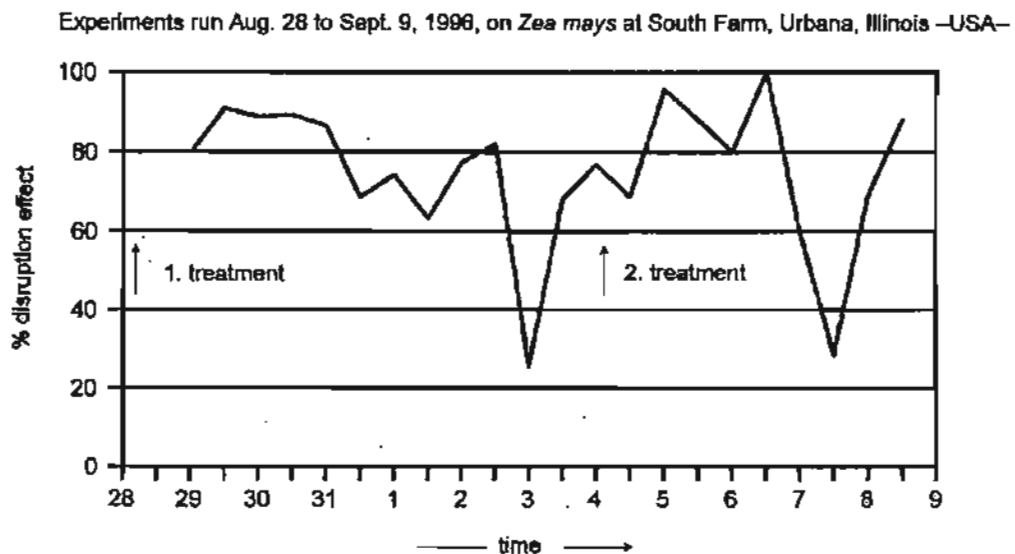


Abb.2: Mit derselben Technologie wie in Abb. 1 erzielte Verwirrungsergebnisse für die Messung der Orientierungsfähigkeit von WCR auf Kairomonfallen. Urbana, Illinois, USA, Aug - Sept 1996. Die reversiblen Einbrüche an Wirksamkeit (3. und 7. September) sind auf tiefe Temperaturen und starke Winde zurückzuführen.



Abb. 3: Hochstelzenschlepper als Träger einer Verteilerplattform zum Ausstreuen MCA-beladenen Maiskolbenschrots zwecks Verwirrung von WCR bei Kula, Serbien, 2001.



Abb. 4: Arro-Gun® montiert auf Anhänger zum Verblasen von MCA beladenem Maiskolbenschrot zwecks Verwirrung von WCR in Champaign, Illinois, Aug 1998 (NOVAK et al. 2001)



Abb. 5: Flugzeug russischer Bauart über ungarischem Maisfeld zur gezielten Verteilung MCA-beladenen Maiskolbenschrots bei Mezohegyes, Ungarn, Juli 2001

Neue Applikationstechniken in Gestalt elektrogespinnener Nanofasern

Andreas Greiner, Joachim H. Wendorff

Fachbereich Chemie, Philipps-Universität Marburg

Hans-Meerwein-Str., 35032 Marburg

greiner@uni-marburg.de, wendorff@uni-marburg.de

Die Applikationsaufgabe besteht in einer Langzeitfreisetzung von Pheromonen (siehe auch Beitrag HUMMEL, HEIN, LEITHOLD). Erforderlich dazu ist eine Trägerung von Pheromonen vor Ort, wobei die Trägerung stabil gegenüber Sturm und Regen sein sollte, eine kontrollierte Langzeitfreisetzung von Pheromonen garantieren sowie einen umweltgerechten Abbau des Trägers erlauben sollte. Ein Blick in die Natur zeigt, dass Spinnweben selbst bei Regen und Sturm an Pflanzen hängen bleiben, dies sogar trotz Pflanzenwachstum.

Das Konzept sieht aufbauend auf diesen Beobachtungen künstliche „Spinnweben“ als Träger für Pheromone vor. Dabei sollte das Zielgewebe aus Mikro- oder Nanofasern aufgebaut sein. Diese zeigen eine hohe Bruchfestigkeit, einen geringen Luftwiderstand, hohe Kontaktflächen sowie ferner eine kontrollierte Freisetzung von Wirkstoffen – hier Pheromonen – und einen kontrollierten Abbau.

Konventionelle Spinnverfahren wie das Trockenspinn-, Nassspinn- und Schmelzspinnverfahren sind nicht geeignet zur Herstellung von Nanofasern, wohl aber das Elektrospleinverfahren. Dieses Verfahren basiert auf dem Grundprinzip, dass Polymerlösungen oder -schmelzen einem starken elektrischen Feld ausgesetzt werden. Aufgrund elektrostatischer Kräfte wird aus einem Flüssigkeitstropfen ein feiner Strahl gebildet, der nach Verdunsten des Lösungsmittels (z. B. Wasser) als sehr dünne Polymerfaser auf der Gegenelektrode abgelegt wird. Die so entstehenden Fasern sind exemplarisch im Größenvergleich zu einem Haar in Abb. 1 dargestellt. Abb. 2 zeigt schematisch das Grundprinzip des Verfahrens.

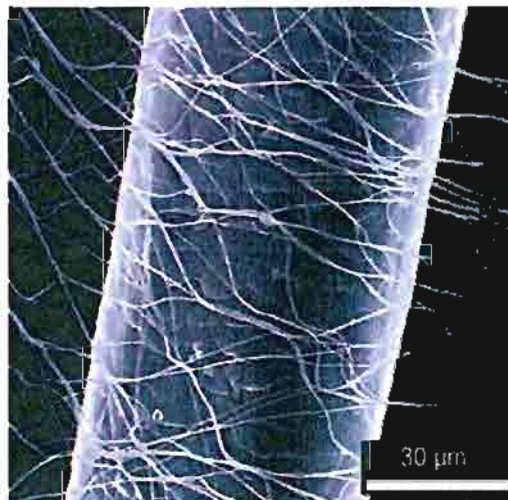


Abb.1 Elektrogespinnene Fasern im Größenvergleich mit einem menschlichen Haar

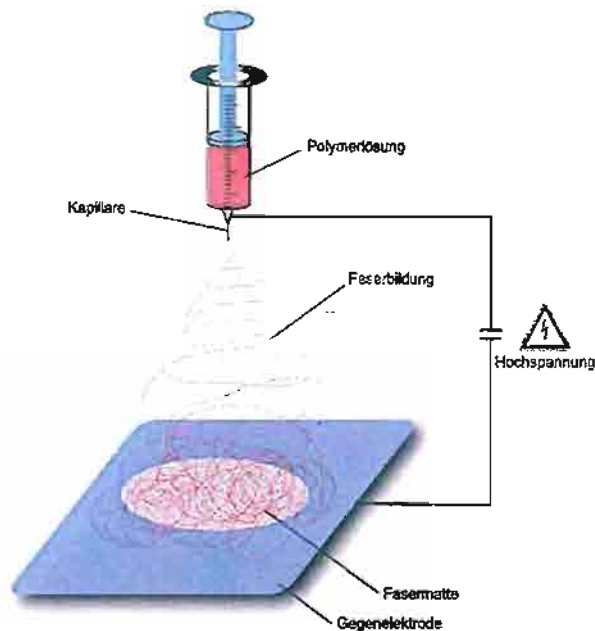


Abb.2 Schematische Darstellung Elektrospinsen

Im elektrischen Feld treten komplexe Strukturbildungsprozesse auf, die zu Nanofasern mit Durchmessern bis herab zu wenigen Nanometer führen. Erzeugt werden unendlich lange Fasern mit Ablagegeschwindigkeiten bis 100 m/s, mit hoher Bruchfestigkeit, hohem Modul und mit einstellbaren komplexen Faserarchitekturen. Wirkstoffe können beim Elektrospinsen schonend in die Fasern eingebaut werden. Bioverträgliche Polymere, abbaubare Polymere, darunter Poly(DL-lactid-co-glycolid), Poly(DL-lactid-co-caprolacton), Poly(3-hydroxybuttersäure-co-3-hydroxyvaleriansäure) oder Polycaprolacton bieten sich für eine Trägerung und Freisetzung von Pheromonen an. Durch Variation der Materialien und der Spinnparameter lassen sich bestimmte Faserstrukturen zielgerichtet für bestimmte Anwendungen optimieren. Einige darstellbare Strukturen sind in Abb. 3 aufgeführt.

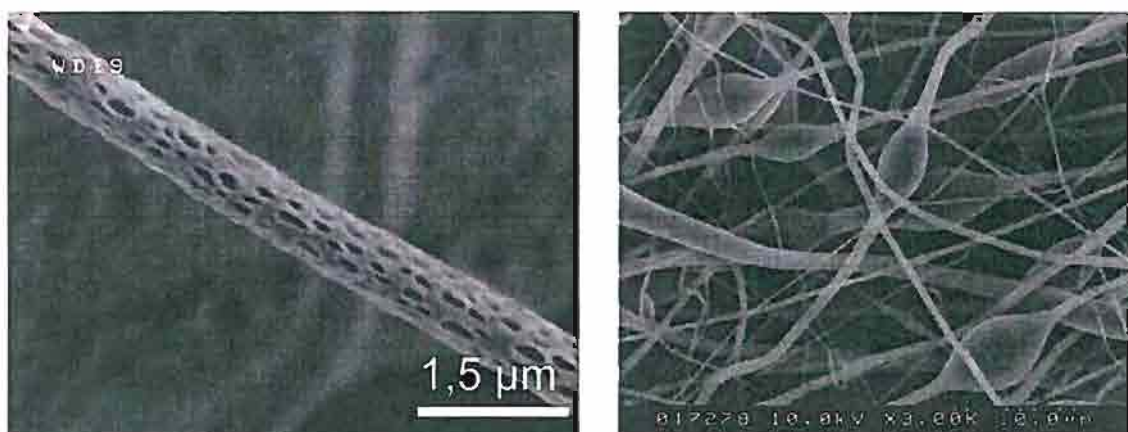


Abb.3 Faserstrukturen von Poly-L-lactid und Poly(DL-lactid-co-glycolid)

Ein Problem stellt sicher das Upscaling auf höheren Faserdurchsatz dar. Hierzu wurden in der letzten Zeit Verfahren unter Verwendung von Mehrdüsenanordnungen, aber auch völlig andere technische Lösungen erarbeitet. Einen Überblick über die vielfältigen Anwendungen und Eigenschaften des Elektrospinsverfahrens findet sich in: A. GREINER, J. H. WENDORFF: *Angew. Chem. Int. Edition*, **119**, 5750 (2007).

Schorfbekämpfung im Öko Obstbau - Behandlungen in das Infektionsfenster

Peter Maxin¹, Peter Heyne², Bastian Benduhn², Nicole Fieger-Metag²

¹ Kompetenzzentrum Ökolandbau Niedersachsen, Peter.Maxin@lwk-niedersachsen.de

² Öko Obstbau Norddeutschland Versuchs- und Beratungsring e.V.

Moorende 53; 21635 Jork

Hintergrund

Der ökologische Obstbau produziert Äpfel in zunehmendem Maße für die indirekte Vermarktung. Durch diesen Vermarktungsweg ergeben sich hohe Ansprüche an die optische Qualität der Früchte. Es ist daher notwendig einerseits den Schaderreger Apfelschorf (*Venturia inaequalis*) sicher zu bekämpfen, andererseits aber auch sich aus dem PSM Einsatz ergebende Nebenwirkungen auf die Früchte wie z. B. Berostungen zu vermeiden. Ein Teil der obstbaulichen Praxis tendiert daher zu geringeren Aufwandmengen von Netzschwefel und Kupferpräparaten, verbunden mit einer häufigeren Anwendung. Im folgenden Versuch soll die in der Diskussion stehende Wirkung von Inokulationsspritzungen gegen Apfelschorf mit Netzschwefel untersucht werden.

Methode

In einer ökologisch bewirtschafteten Elstaranlage (Pflanzjahr 1989, Pflanzabstand 3,5 m x 1,2 m) auf dem Praxisbetrieb Quast/Borstel wurde der Versuch eingerichtet. Die Anlage wurde vor und nach dem Versuchszeitraum vom Obstbaubetrieb Quast praxisüblich behandelt. Im Zeitraum vom 16.04.2007 bis zum 28.05.2007 wurde die Anlage in fünf Parzellen geteilt und mittels Handspritzungen mit einer Wassermenge von 500 l je ha und mKh variantenspezifisch (s. Tabelle 1) behandelt. Die Varianten 1, 2 und 3 wurden regelmäßig wöchentlich (Montagsvarianten) behandelt. Die Varianten 3 (Kombinationsvariante) und 4 wurden behandelt, wenn durch Regen Sporen des Schorfpilzes ausgeschleudert wurden und auf den Blättern etablierten Schorfsimulationsprogrammen zufolge keimten (Inokulationsbehandlungen). Die Variante 5 war die Kontrolle und die Variante 6 wurde betriebsüblich behandelt.

Tabelle 1

Variante	Präparat	Mittel / ha und m Kronenhöhe	Aufwandmenge/ ha bei 2,50 mKh	Termin
1	Cuprozin flüssig	136 g	340 ml	Montags
2	Kupfersulfat + Neudosan	10 g 40 ml	25 g 100 ml	Montags
3	Cuprozin flüssig Netzschwefel	136 g 1,00 kg	340 ml 2,50 kg	Montags in die Infektion
4	Netzschwefel	1,00 kg	2,50 kg	in die Infektion
5	Kontrolle			
6	Betriebsüblich			

Die wöchentlichen Behandlungen erfolgten am 16.04, 23.04, 30.04, 07.05, 09.05, 14.05, 22.05. und 28.05. Hierbei wurde die Behandlung am 09.05. als Ersatzbehandlung ausgebracht, da die Behandlung des 07.05. nicht antrocknen konnte. Die Behandlungen in die Infektion erfolgten am 24.04., 07.05., 09.05. (Ersatz 07.05.), 11.05., 17.05., 25.05. und 28.05. (s. Abb. 1). Hierbei stand jeweils ein Zeitraum von sechs bis acht Stunden nach einsetzendem Regen als Behandlungsfenster zur Verfügung.

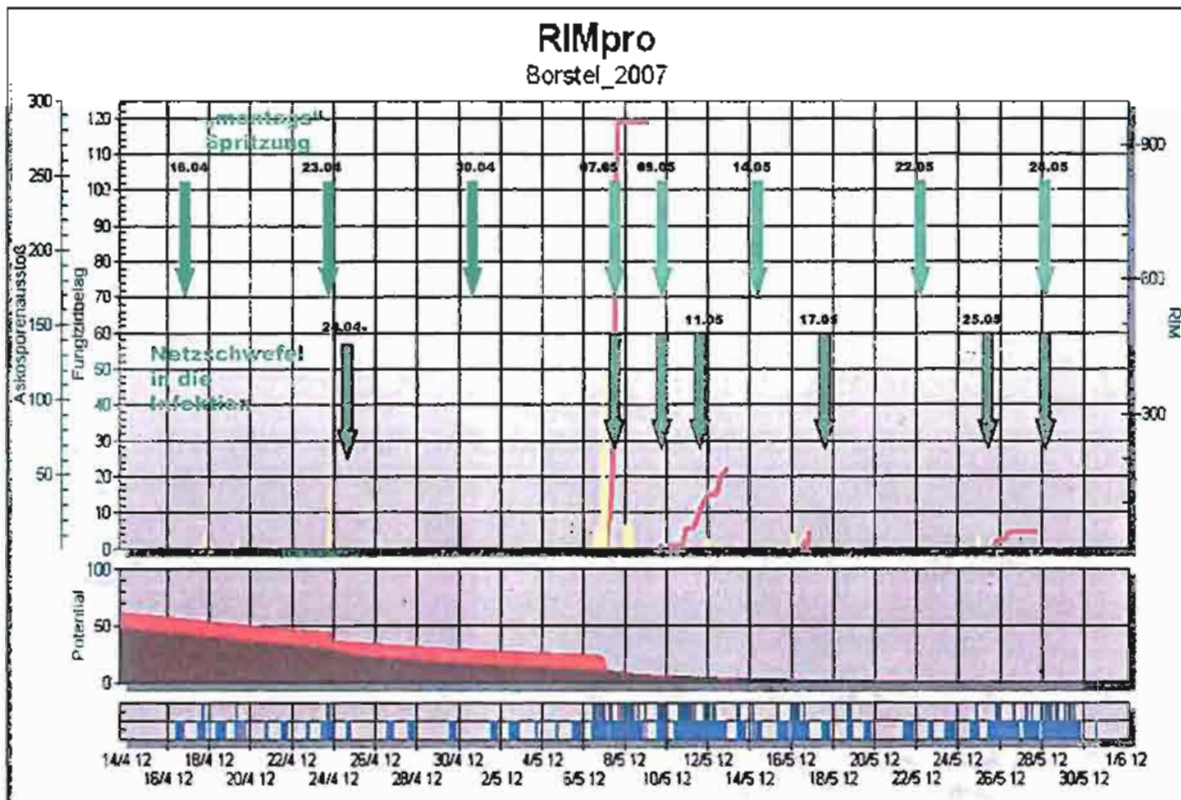


Abb.: 1 RIMpro Graphik in Kombination mit den Behandlungsterminen des Versuchs

Es wurden am 07.05., 11.05., 16.05. und am 26.05. Infektionsbedingungen für den Apfelschorf ermittelt. Für die Bonitur wurden 100 (4 x 25) Langtriebe in den Versuchsvarianten entnommen und abschließend Blattweise ausgewertet.

Ergebnisse und Diskussion

In der Kontrollvariante 5 waren zum Abschluss der Inkubationszeit der Schorfinfektionen des Versuches 217 Blätter der Langtriebe mit Schorfbefall. In der Variante 1 waren 35 Blätter befallen. (WG Abott 83 %), in der Variante 2 waren 88 Blätter befallen (WG Abott 59 %). Die Kombinationsvariante 3 hatte mit nur 2 befallenen Blättern den geringsten Befall, der Wirkungsgrad der Behandlungen (Abott) betrug 99 %. In der Variante 4 waren 35 Blätter befallen (WG Abott 83 %). Alle Varianten unterschieden sich signifikant von der Kontrolle. Die betriebsübliche Pflanzenschutzstrategie lag mit 3 befallenen Blättern ähnlich gut wie die Kombinationsvariante.

Inokulationsspritzungen können helfen, einen Schorfbefall in der Obstanlage zu verhindern oder abzuschwächen. In der Entscheidungsproblematik der Betriebsleiter, einerseits eine sichere Schorfwirkung und andererseits möglichst wenig Berostung durch prophylaktische Applikationen zu verursachen, können Inokulationsapplikationen ein Baustein einer Strategie sein. Weiterhin können durch die Applikation auf die keimenden Sporen auch nicht regenfeste Formulierungen oder leicht abwaschbare Präparate wie Netzschwefel gewählt werden. Die Versuche zu präzisen Applikationen in das Infektionsfenster werden in den nächsten Jahren fortgesetzt.

Berechnung der Sprühaufwandmenge in Abhängigkeit vom Belaubungsgrad der Apfelbäume und anderen Faktoren

Kaul, P¹⁾; Gebauer, S¹⁾; Moll, E¹⁾, Ralfs, J-P²⁾

¹⁾Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Messeweg 11/12, 38104 Braunschweig, P.Kaul@bba.de,

²⁾Obstbau-Versuchs- und Beratungszentrum Jork, Moorende 53, 21635 Jork, Jens-Peter.Ralfs@lwk-niedersachsen.de

Einführung

Die Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln im Obstbau ist mit dem Transport von Tropfen innerhalb eines Luftstroms in das Laubwerk verbunden. Das Laub "filtert" einen bestimmten Anteil der Tropfen heraus, was zu einer Verringerung der Tropfenanzahl im Luftstrom führt. Die "herausgefilterte" Menge hängt von mehreren Faktoren ab. Die wichtigsten sind die Eindringtiefe in das Laubwerk und die Dichte des Blattwerks. Die Ablagerungsmenge auf Blättern und Astwerk nimmt dabei ebenfalls mit zunehmender Eindringtiefe ab. Demgegenüber ist eine gute Applikationsqualität durch Gleichmäßigkeit der Ablagerungsmenge auf allen Behandlungsflächen gekennzeichnet. Wesentliches Anliegen der Untersuchung ist es deshalb, Wissen über die Durchdringung von Laubwerk und die Ablagerungsmenge auf der Behandlungsfläche zu gewinnen. Ziel ist die Verbesserung des Applikationsprozesses beim Sprühen in modernen Apfelanlagen.

Methodik

Erste Versuche mit verschiedenen Sprühgeräten in modernen Apfelanlagen wurden unter Feldbedingungen durchgeführt, um darauf aufbauend ein Modell zur Berechnung der Durchdringung zu entwickeln. Ähnliche Zielstellungen sind aus der Literatur bekannt (FAROOG et al. 2004, WALKLATE et al. 2003). Aus den Versuchsjahren 2003 bis 2006 standen 112 Versuche mit etwa 8100 Messergebnissen der Ablagerungsmenge auf künstlichen Messträgern (Messträger: Filterpapier von 10 cm Länge und 5 mm Durchmesser, Sprühflüssigkeit: Wasser mit 0,5 % BSF) zur Verfügung. Zusammen mit den gemessenen Wetter-, Pflanzen- und Applikationsbedingungen wurden sie als Wertevorrat für eine multiple Regressionsanalyse genutzt, um den Zusammenhang zwischen den Randbedingungen und der Ablagerungsmenge mathematisch zu beschreiben. Neben den Messungen zur Ablagerungsmenge innerhalb des Blattwerks wurden parallel und unter gleichen Bedingungen Messungen ohne Bäume durchgeführt, um den Einfluss des Blattwerks auf die Ablagerungsmenge aus der Differenz bestimmen zu können. Zwei unterschiedliche mathematische Modelle wurden zum Ansatz gebracht. Eines besteht aus zwei Teilen, Teil eins beschreibt den Einfluss meteorologischer Bedingungen und der technologischen Parameter.

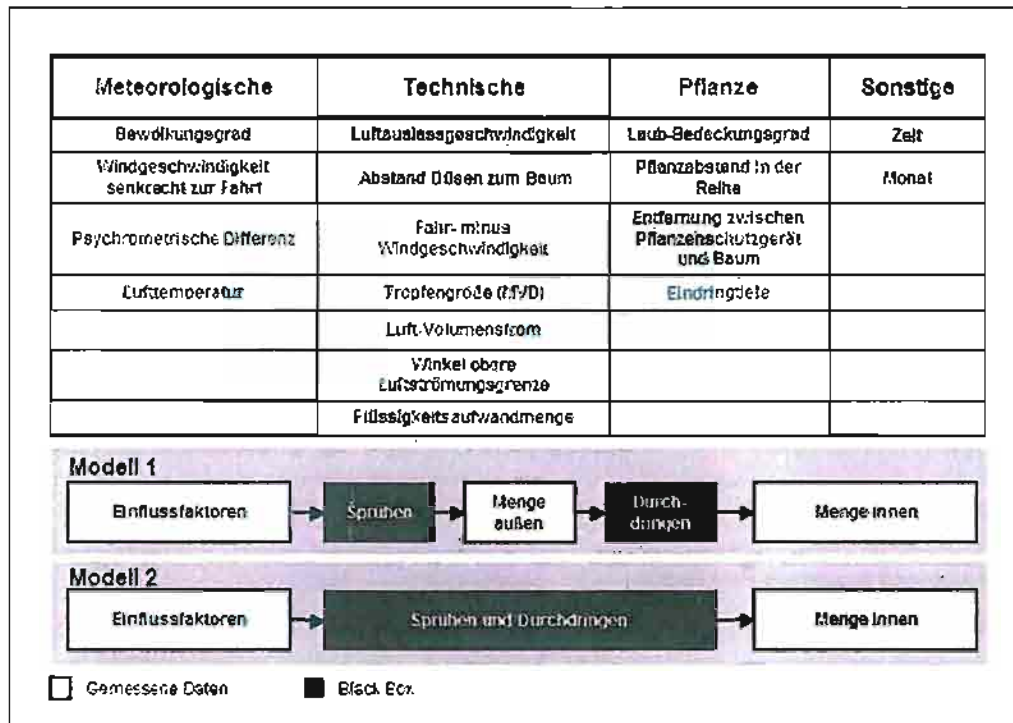


Abb. 1: Gewählte Einflussparameter und Modellansätze

Teil zwei berücksichtigt den Einfluss des Blattwerkes (Abb. 1). Der zweite Modellansatz betrachtet den gesamten Prozess als „black box“. In beiden Modellen müssen alle den Prozess der Durchdringung möglicherweise beeinflussende Faktoren gemessen werden (HOLOWNICKI et al. 2005, SVENSSON 2001, TRILOFF et al. 2005). Für die multiple Regressionsanalyse ist es erforderlich, alle Einflussparameter als Zahlenwert anzusetzen, also auch die für die Dichte des Blattwerkes. Dazu wurde eine Bildergalerie von Apfelbäumen zusammengestellt, die Bäume unterschiedlichen Habits und Entwicklungsstands zusammenstellt. Für diese Bilder wurde der Bedeckungsgrad des Laubwerkes als Maß für deren Dichte bestimmt, wobei die Ausdehnung des Baumes ebenfalls Einfluss auf das Auswertergebnis besitzt. Durch optischen Vergleich mit den realen Bäumen wurde so die Maßzahl für die Dichte des Blattwerkes bestimmt.

Ergebnis

Die multiple Regressionsanalyse zwischen den gemessenen Ablagerungen und den berücksichtigten Einflussfaktoren liefert die Stärke des Einflusses jeden Parameters auf die Ablagerungsmenge. Sie liefert eine Formel zur Berechnung der Ablagerungsmenge innerhalb und außerhalb des Blattwerkes. Das Bestimmtheitsmaß für den gesamten Zusammenhang ist ein Maßstab für die Qualität des Modells bzw. den Einfluss stochastischer Störungen. Es beträgt zwischen 36 % und 84 % und hängt von der Art des Modells und dem gewählten Datenvorrat ab. Die Regressionsanalyse wurde für den Bereich der Eindringtiefe vor und hinter dem Stamm getrennt durchgeführt, da die Nichtlinearität dieses Zusammenhanges vorausgesetzt werden kann. Abbildung 2 zeigt ein Beispiel für die Berechnung.

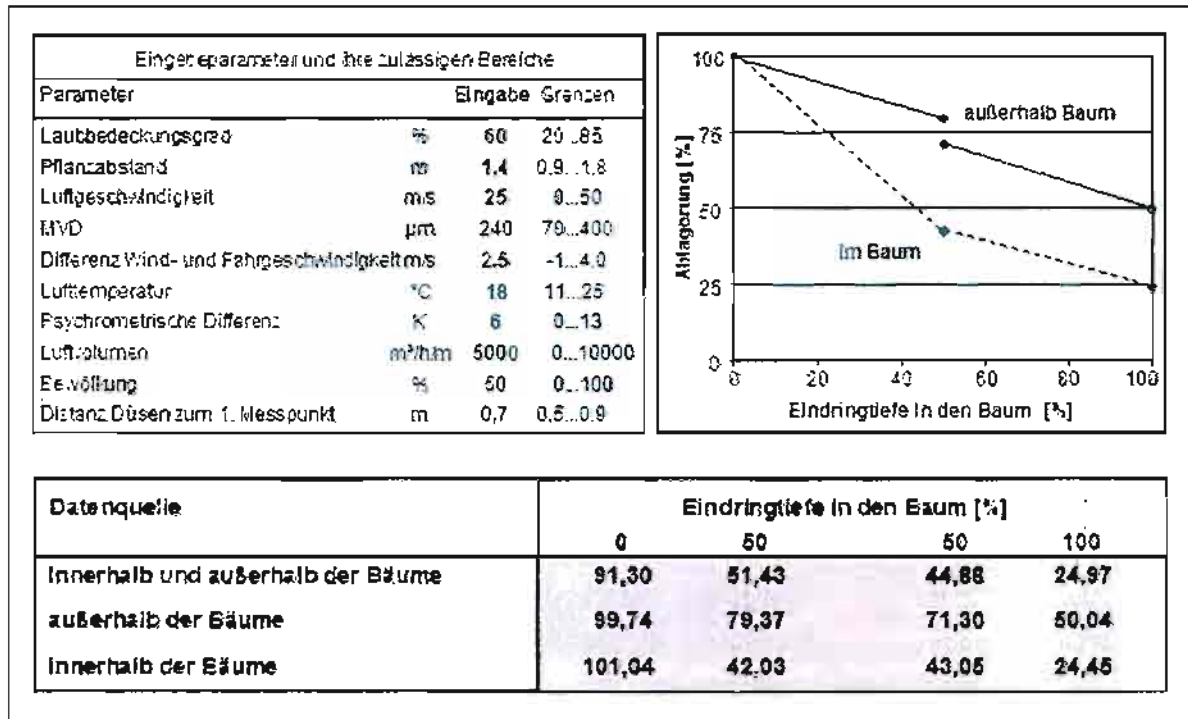


Abb. 2: Beispiel für die Berechnung der Ablagerungsmenge innerhalb und außerhalb des Blattwerks

Das Rechenbeispiel weist die stärksten Einflussfaktoren auf die Durchdringung aus. In beiden Modellen sind dies die Dichte des Blattwerks und die Eindringtiefe der Tropfen. Die Berechnung setzt mittlere Bedingungen der relevanten Einflussparameter voraus. Die Unterschiede zwischen innerhalb und außerhalb des Blattwerks sowie die Abnahme der Ablagerungsmenge mit zunehmender Eindringtiefe sind zu erkennen.

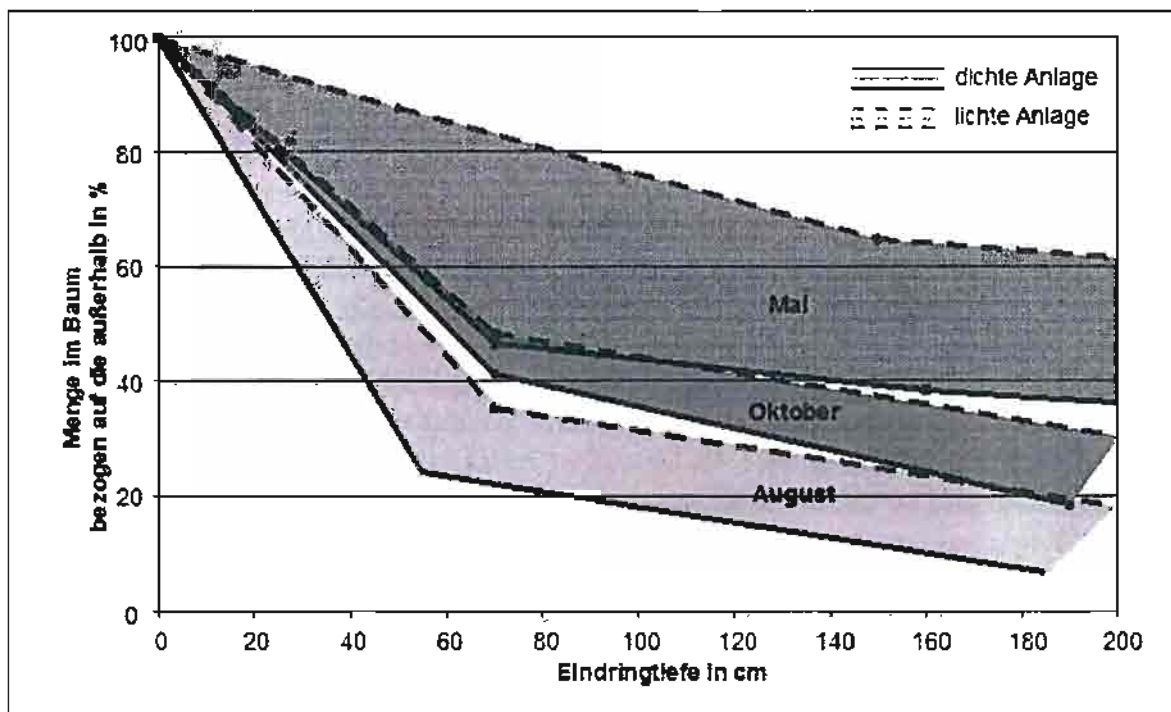


Abb. 3: Durchdringung der Apfelbäume

Abbildung 3 veranschaulicht die Durchdringung des Blattwerks und zeigt die gemessenen Unterschiede in Abhängigkeit von der Jahreszeit und von der Belaubungsdichte. Eine wichtige Schlussfolgerung kann hinsichtlich des Verhältnisses zwischen dem dichtesten und dem lichtesten Laubwerk von ungefähr 1:4 bei einseitiger Applikation gezogen werden. Dabei ist zu beachten, dass die vorgestellten Zusammenhänge den Charakter von Zwischenergebnissen haben. Weitere Analysen auf der Grundlage noch umfangreicherer Daten sind wegen der Vielzahl der möglichen Einflussfaktoren und des stochastischen Charakters des Applikationsvorganges erforderlich. Wichtig sind auch die Kalkulation des Einflusses von Gerätetyp, Luftmenge und Luftgeschwindigkeit, weil diese Faktoren bei der Applikation eingestellt und damit das Applikationsergebnis beeinflusst werden können. Letztendlich besteht das Ziel in der Schaffung von Grundlagen zur Einstellung der Pflanzenschutzmittelaufwandmenge vor Ort in Anpassung an die aktuelle Situation bei der Applikation.

Literatur

FAROOG M., SALYANI M. (2004): Modelling of spray penetration and deposition on citrus tree canopies. Transaction of the ASAE, Vol. 47(3), 619-627

HOLOWNICKI R., DORUCHOWSKI G., SWICHOWSKI W., GODYN A. (2005): Spray coverage on apple leaves obtained by different nozzles. 8th workshop on "Spray application techniques in fruit growing", Barcelona

SVENSSON A. S. (2001): Converging air jets in orchard spraying – influence on deposition, air velocity and forces on trees. Doctors dissertation. ISSN 1401-6249, ISBN 91-576-5818-8

WALKLATE P. J., CROSS J. V., RICHARDSON G. M., BAKER D. E., MURRAY R. A. (2003): A generic method of pesticide dose expression: Application to broadcast spraying of apple trees. Ann. appl. Biol., 143, 11-23

TRLOFF P., BÄCKER G., SCHMIDT K., CZACZYK Z., KLEISINGER S. (2005): The influence of forward speed and fan power on sedimentation and drift in comparing air inclusion and hollow cone nozzles. 8th workshop on "Spray application techniques in fruit growing", Barcelona

Kupferminimierung im ökologischen Weinbau – Einfluss der Gerätetechnik

Horst D. Mohr¹, Gerhard Bäcker², Ottmar Baus-Reichel³, Otmar Löhnertz⁴ und Beate Berkelmann-Löhnertz³

¹ Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Pflanzenschutz im Weinbau, Bernkastel-Kues

² Forschungsanstalt Geisenheim, Fachgebiet Technik

³ Forschungsanstalt Geisenheim, Fachgebiet Phytomedizin, Email: berkelmann@fa-gm.de

⁴ Forschungsanstalt Geisenheim, Fachgebiet Bodenkunde und Pflanzenernährung

Abstract:

In organic viticulture the control of *Plasmopara viticola* depends on a regular and complete layer of copper-based plant protection agents on the lower leaf surface. Therefore, the attachment of copper was studied in a field trial using different types of application gear. The plant protection agent Cuprozin Flüssig (active ingredient: copper hydroxide) was applied in developmental stage BBCH 75 (berries at pea size). Three types of application gear were used: the “axial”, “tangential” and “radial” application technique. Based on the application of 360 g pure copper per hectare the following copper contents were analysed for the upper / the lower leaf surface: “axial” 0.73 / 0.35; “tangential” 0.99 / 0.22; “radial” 1.18 / 0.35 µg Cu/cm² leaf area. Taking into account, that the fungicide layer of the lower leaf surface is important, “axial” and “radial” gears are better suited for the application of *P. viticola* control agents than the “tangential” technique.

1. Einleitung

Seit 2002 werden in verschiedenen weinbaulich orientierten Forschungseinrichtungen Untersuchungen zur Kupferminimierung im ökologischen Weinbau durchgeführt. Zunächst lag der Schwerpunkt auf der Ermittlung eines sog. Kupferrichtwertes. Dieser Wert gibt den für eine erfolgreiche Bekämpfung von *Plasmopara viticola* (Erreger des Falschen Mehltaus der Weinrebe) erforderlichen Kupfergehalt auf der Blattunterseite an. Im Jahr 2004 wurde das Verbundprojekt „Kupferreduzierung und Kupferersatz“ ins Leben gerufen. Seitdem bearbeiten sechs Forschungseinrichtungen, vier Pilotbetriebe und eine Beratungsfirma für den ökologischen Weinbau diese Thematik auf breiter Ebene. Über den gesamten Zeitraum erfolgten begleitend Versuche zur Evaluierung des Kupferrichtwertes sowie zur Optimierung der Kupferanlagerung auf der Zielfläche.

In diesem Zusammenhang wurden im Jahr 2006 im Institut für Pflanzenschutz im Weinbau der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Bernkastel-Kues folgende Versuche durchgeführt bzw. neue Kupferminimierungsstrategien untersucht:

- I) Test zweier neuer **Prüfmittel mit reduziertem Kupfergehalt**; Vergleich mit Cuprozin Flüssig (Wirksubstanz: Kupferhydroxid)
- II) **Verringerung des Kupfereinsatzes** vor der Rebblüte (BBCH 15 bis 55), Erhöhung ab Zeitpunkt Blüte (BBCH 68)
- III) Untersuchung des Kupferbelags auf der **Blattunterseite** und Überprüfung des „**Kupferrichtwertes**“ (Kupferanalysen und Blattscheibentest)
- IV) Untersuchung der **Applikationsqualität** (Blattoberseite/Blattunterseite) verschiedener moderner Pflanzenschutzgeräte-Typen hinsichtlich kupferhaltiger Pflanzenschutzmittel

Im Folgenden werden die Versuche zum Einfluss der Gerätetechnik (vgl. IV) vorgestellt und die erzielten Ergebnisse dargelegt. Hierfür wurde im Rahmen eines Exaktversuchs auf Flächen der Forschungsanstalt Geisenheim die Anlagerung von Kupfer an die Blätter der Traubenzone (Oberseite und Unterseite) bei Einsatz dreier Pflanzenschutzmittelsprüngeräte (Axial-, Tangential-, Radialsprüngerät) näher untersucht.

2. Material und Methoden

Im Folgenden sind einige Standortdaten aufgeführt:

Lage: Geisenheimer Kilzberg

Zeilung: N - S

Hangneigung: 10 – 20 %

Rebsorte: Riesling (verschiedene Klone) / 5 C, Pflanzjahr 1978

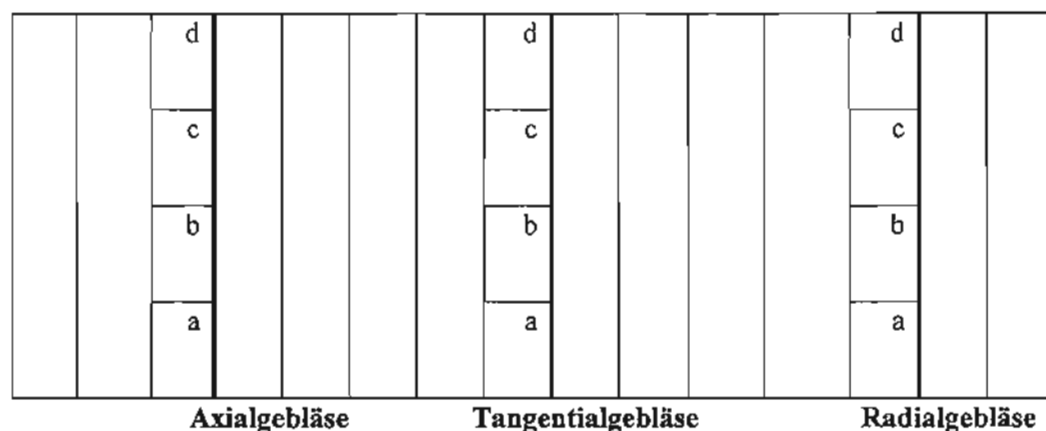
Zeilenbreite: 180 cm

Stockabstand: 75 cm

Erziehung: Drahtrahmen-Pendelbogen

Bodenpflege: alternierend dauerbegrünt

Die Versuchsanlage war als Blockanlage mit vier Wiederholungen konzipiert. Jede Wiederholung umfasste 33 Rebstöcke. Die Applikationen erfolgten am Morgen des 04.07.2006 bei trockenem Wetter. Die Reben befanden sich zu diesem Zeitpunkt im Entwicklungsstadium BBCH 75 (Erbsengröße).



Tab. 1: Eingesetzte Pflanzenschutzgeräte und Kupfermengen

	Axialgebläse Abb. 1, oben	Tangentialgebläse Abb. 1, Mitte	Radialgebläse Abb. 1, unten
Typ	Wanner S 1000, Nachläufer	Wanner S 800, Nachläufer	Krumm NL 1000, Nachläufer
Baujahr	2004	2004	2004
Gebläse	Axialgebläse, Typ ZA 24	Tangentialgebläse, Typ QU 14	Tangentialgebläse, Typ Gamma-Turbi
Luftleistung	24.000 m ³ /h bei 25 m/sec	20.000 m ³ /h bei 25 m/sec	10.000 m ³ /h bei 40 m/sec
Düsen	FS-Injektordüse, Fa. Lechler, Typ ID 90015 (durchgängig)	FS-Injektordüse, Fa. Lechler, Typ ID 90015 (durchgängig)	FS-Injektordüse, Fa. Lechler, Typ ID 90015 (durchgängig)
Fahrgeschwindigkeit	5,14 km/h	5,14 km/h	5,45 km/h
Auslitern der Einzeldüsen	12,84 l/min	12,84 l/min	12,84 l/min
Druckeinstellung	10 bar	10 bar	10 bar
Arbeitsbreite	1,80 m	1,80 m	1,80 m
Brüheaufwandmenge	832 l/ha	832 l/ha	785 l/ha
Kupfermittel, Aufwand- menge	Cuprozin Flüssig (30 % Reinkupfer), 2216 g/ha	Cuprozin Flüssig (30 % Reinkupfer), 2216 g/ha	Cuprozin Flüssig (30 % Reinkupfer), 2091 g/ha
Reinkupfermenge	260 g/ha	260 g/ha	245 g/ha

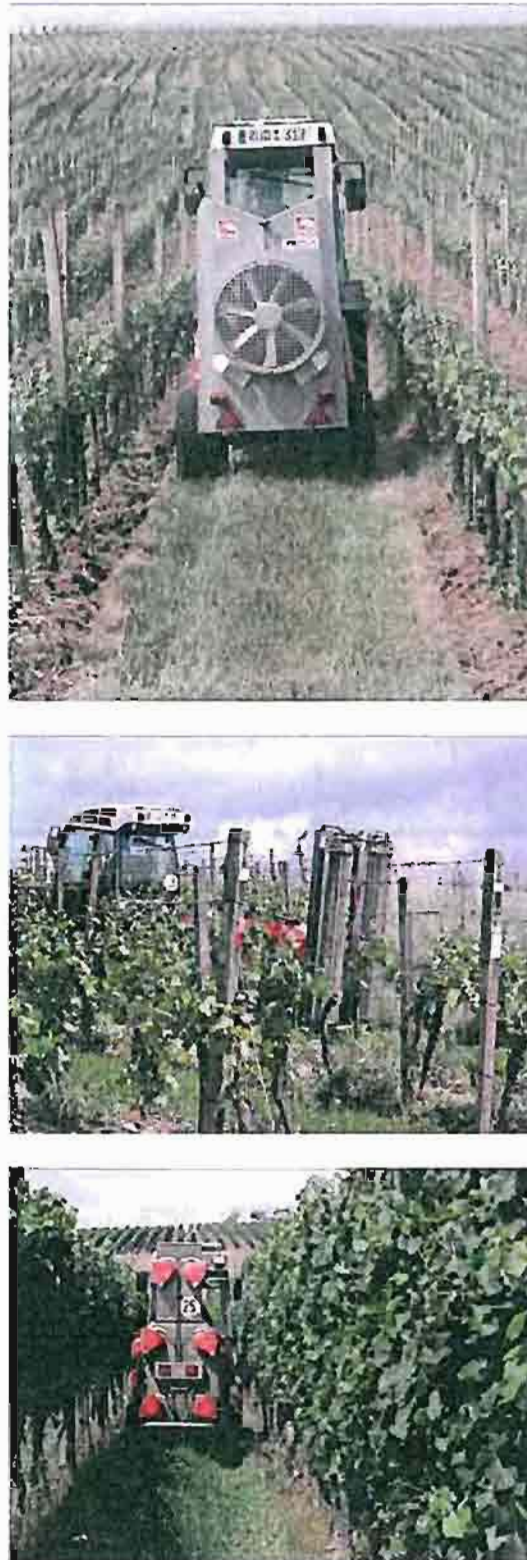


Abb. 1: Applikationsversuch Geisenheim 2006; oben: Axial-Sprühgerät; Mitte: Tangential-Sprühgerät; unten: Radial-Sprühgerät

Probenahme und Probenvorbereitung

Der Versuchsweinberg wurde in der Vegetationsperiode 2006 zu keinem Zeitpunkt mit kupferhaltigen Pflanzenschutzmitteln behandelt. Um zu prüfen, ob die Blätter tatsächlich keine Kupferreste enthielten, wurden unmittelbar vor der Spritzung Blattproben entnommen und analysiert.

Die Applikation erfolgte von beiden Seiten der beprobten Zeile (fette Linie), die direkt benachbarten Zeilen wurden jeweils nur nach innen, in Richtung auf die beprobte Zeile, behandelt. Nachdem die Anlage gespritzt und der Belag angetrocknet war, erfolgte die Probenahme aus der Mitte der Traubenzone. Die ausgewählten Blätter waren ausgewachsen und standen an der Peripherie der Laubwand. Pro Wiederholung wurden 24 Blätter entnommen und so aufeinander gelegt, dass sich die Blattunterseiten berührten.

Um den Kupfergehalt auf der Blattober- oder Blattunterseite getrennt bestimmen zu können, wurde je Blatt eine Scheibe von 4 cm Ø nahe dem Blattgrund ausgestochen (Korkbohrer, 4 cm Ø). Pro Wiederholung wurden 24 Blattscheiben in einer eigens gebauten Apparatur auf Rollrandgläser gespannt (Öffnungen mit 2,4 cm Innen-Ø; mit EDTA-Lösung beschickt), mit Schaumstoff, Deckplatte und Gewindestangen abgedichtet, auf den Kopf gestellt und 15 Min. auf einer Horizontalschüttelmaschine geschüttelt. Die Extrakte von jeweils acht Scheiben ergaben eine Mischprobe.

Kupferanalytik

Der Kupfergehalt in den EDTA-Extrakten wurde mit Hilfe der Flammen-AAS (Fa. Perkin Elmer) bestimmt. Die Nachweisgrenze liegt bei diesem Verfahren bei einem Kupfergehalt von 0,03 mg Cu/L. Die Werte wurden auf $\mu\text{g Cu/cm}^2$ Blattfläche umgerechnet (Nachweisgrenze: $0,015 \mu\text{g Cu/cm}^2$ Blattfläche).

Statistische Auswertung

Die Versuchsergebnisse wurden mit dem Tukey-Test auf Signifikanz ($\alpha = 0,05$) geprüft. Ungleiche Buchstabennotationen zeigen, dass die Unterschiede zwischen zwei Versuchsgliedern statistisch gesichert sind. Wenn keine Signifikanzen vorlagen, wurde auf die Kennzeichnung durch Buchstaben verzichtet.

3. Ergebnisse und Diskussion

Die folgende Abbildung 2 gibt die Kupfergehalte der Ober- und Unterseiten ausgewachsener, älterer Blätter der Traubenzone wieder.

Um die Werte vergleichen zu können, wurden die unterschiedlichen Kupfermengen der drei Versuchsglieder auf einen einheitlichen Einsatz von 360 g Kupfer/ha umgerechnet.

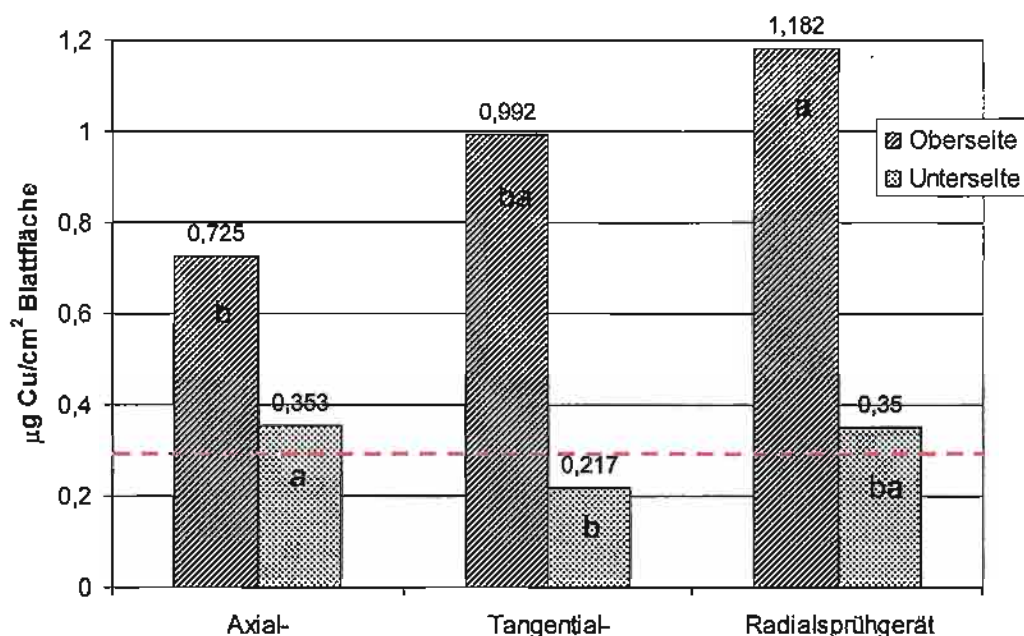


Abb. 2: EDTA-lösliches Kupfer auf Blättern der Traubenzone nach Applikation von Cuprozin Flüssig mit drei verschiedenen Pflanzenschutzgeräten (Geisenheim, 04.07.2006; auf 360 g Reinkupfer/ha bezogen). Die rot gestrichelte Linie gibt den vorläufigen Kupferrichtwert von $0,3 \mu\text{g Cu/cm}^2$ Blattfläche an.

Den stärksten Kupferbelag auf der Blattoberseite lieferte das Radialsprühgerät, gefolgt vom Tangential- und Axialsprühgerät. Bezüglich des Belags auf der Blattunterseite waren Axial- und Radialgebläse vergleichbar. Beim Radialsprühgerät wurden die Erwartungen hinsichtlich der Kupferanlagerung an die Blattunterseite nicht ganz erfüllt.

Das Tangentialgebläse fiel gegenüber dem Axialgebläse signifikant ab. Da die schwächere Anlagerung in der Traubenzone im Falle des Tangentialsprühgerätes bekannt ist, werden in der weinbaulichen Praxis bei diesem Gerät größere Düsen gewählt. Im Versuch traf der Luftstrahl allerdings, wie auch beim Axial- und Radialsprühgerät, senkrecht auf die Laubwand. Für eine optimale Behandlung der Blattunterseite wäre es bei diesem Gerätetyp besser gewesen, die Düsen leicht nach oben zu richten. Dann wären die Applikationsleistungen der drei Geräte vermutlich vergleichbar gewesen, was den Erfahrungen der Praxis entspricht. Das Tangentialgerät ist auch besonders günstig hinsichtlich der Reduzierung von Abdrift zu beurteilen.

In Abbildung 2 erkennt man weiterhin, dass der „vorläufige Kupferrichtwert“ (MOHR et al., im Druck) beim Axial- und Radialgebläse leicht überschritten wurde. Beim Tangentialgebläse wurde diese Kupfermenge auf der Blattunterseite nicht erreicht. Folglich waren 360 g Kupfer/ha erforderlich, um einen für die erfolgreiche Bekämpfung des Pilzes erforderlichen Kupfer-

ferbelag auf ausgewachsenen Blättern der Traubenzzone zu erzielen. Beim Tangentialgebläse reichte diese Menge nicht aus.

Durch Einsatz des Axialsprühgerätes wurde bezogen auf die insgesamt ausgebrachte Kupfermenge relativ viel auf die Blattunterseite appliziert (Abb. 3). Die Gesamtmenge des applizierten Kupfers lag aber im Falle des **Radialsprühgerätes** höher und der Kupfergrenzwert wurde auf der Blattunterseite mit diesem Gerät ebenfalls überschritten. Das Tangentialsprühgerät nahm bei der Blattoberseite im Gerätevergleich eine Mittelstellung ein, fiel aber hinsichtlich der Kupfermenge auf der Blattunterseite deutlich ab.

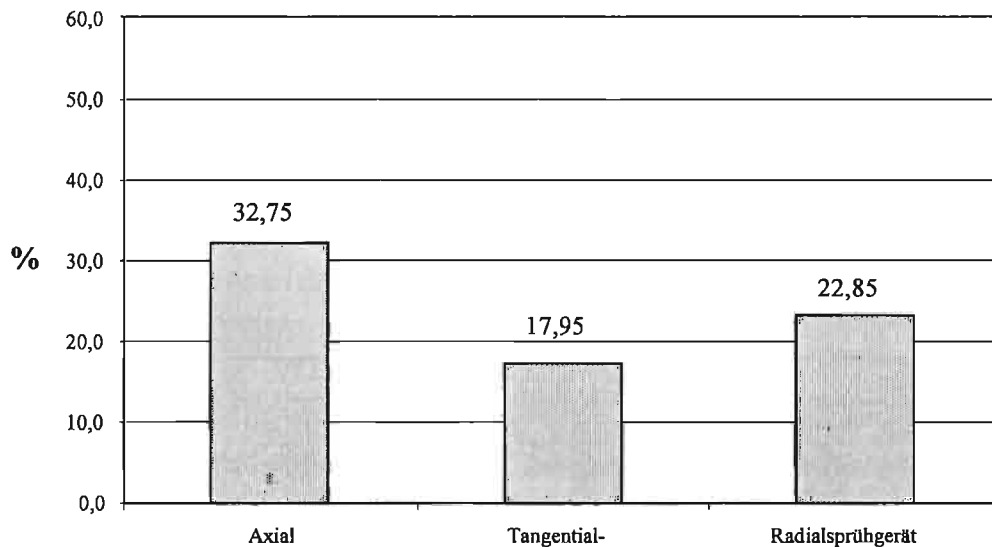


Abb. 3: Kupferbelag auf der Blattunterseite in Prozent des Gesamtbelags (Blattoberseite plus Blattunterseite); Geisenheim, 04.07.2006

Die Untersuchungen haben deutlich gemacht, dass die Blattunterseite in der Traubenzzone schwierig zu erreichen ist. Dieser für die Epidemiologie der Krankheit wichtige Zielbereich sollte künftig vorrangig untersucht werden. Im Jahr 2007 wurden vergleichbare Applikationen mit standardisierter Gerätetechnik durchgeführt. In diesem Fall erfolgten zu drei verschiedenen Terminen Kupferapplikationen auf einer bisher kupferfrei behandelten Versuchsfläche. Neben der Traubenzzone stand am Ende der Vegetationsperiode der Gipfelbereich der Laubwand im Zentrum des Interesses, da Spätinfektionen durch *P. viticola* u. a. die Ursache für starke Primärinfektionen im nächsten Jahr bzw. in den Folgejahren sein können. Dies gilt es zu verhindern.

4. Zusammenfassung

Bei der Bekämpfung von *Plasmopara viticola* (Erreger des Falschen Mehltaus der Weinrebe) kommt dem Spritzbelag auf der Blattunterseite besondere Bedeutung zu. Aus diesem Grunde wurde in einer Versuchsanlage in Geisenheim die Anlagerung von Kupfer an ausgewachsenen, älteren Blätter der Traubenzzone bei Verwendung unterschiedlicher Pflanzenschutzmittelsprühgeräte ermittelt. Die Applikation von Cuprozin Flüssig (Wirkstoff: Kupferhydroxid) erfolgte im Rebstadium „Erbsengröße der Beeren“. Folgende Pflanzenschutzgeräte wurden gegenübergestellt: Axialsprühgerät Typ S 1000 (Fa. Wanner); Tangentialsprühgerät Typ QU 14 (Fa. Wanner); Radialsprühgerät Typ NL 1000 (Fa. Krumm). Bezogen auf einen Einsatz von 360 g Reinkupfer/ha wurden folgende Werte ermittelt (Blattoberseite / Blattunterseite):

Axialsprühgerät 0,73 / 0,35; Tangentialsprühgerät 0,99 / 0,22; Radialsprühgerät 1,18 / 0,35 g Cu/cm² Blattfläche. Das Axial- und das Radialsprühgerät sind demnach hinsichtlich des Kupferbelags der Blattunterseite am günstigsten zu bewerten. Die mit dem Tangentialsprühgerät behandelten Blätter wiesen den geringsten Kupfergehalt auf der Blattunterseite auf.

5. Literatur

MOHR, H. D., PORTZ, CHR., HOLZ, B., NOGA, G., KAST, W. K., MADER, H.: Minimierung des Kupfereinsatzes im ökologischen Weinbau unter besonderer Berücksichtigung der Blattbeläge und ihrer Wirkung gegen den Falschen Mehltau (*Plasmopara viticola*) – Teil 1: 2002 bis 2003. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (im Druck)

Neue Indikationen und Anwendungsmöglichkeiten von NeemAzal- und Quassia-Formulierungen: Was braucht die Praxis?

Hubertus Kleeberg, Edmund Hummel, Beate Ruch

Trifolio-M GmbH, Dr.-Hans-Wilhelmi-Weg-1, 35633 Lahnau, info@trifolio-m.de

2008 endet die Zulassung von NeemAzal-T/S. Aus diesem Grund wurde deren Verlängerung mit gleichzeitiger Erweiterung auf neue Indikationen im Obst- und Gemüsebau beantragt. Es wird angestrebt, die Anwendung des Präparates für folgende Bereiche zu registrieren:

Ackerbau: Kartoffelkäfer

Obstbau (Kern-, Stein-, Beerenobst): saugende und beißende Insekten, Spinnmilben

Zierpflanzen: saugende und beißende Insekten, Spinnmilben

Gemüsebau (Blatt-, Frucht-, Kohl-, Hülsengemüse, Spargel, frische Kräuter, Tee-, Gewürz-, Arzneipflanzen): saugende und beißende Insekten, Spinnmilben

Forst, Nichtkulturland bzw. öffentliches Grün: beißende Insekten, Maikäfer

Weinbau: Reblaus, Maikäfer

Quassia-Extrakt-MD (Quassia-MD), hergestellt aus dem Bitterholz *Quassia amara*, kann zur Zeit nach §6 des PflSchG im Obst- und Hopfenanbau gegen die Apfelsägewespe sowie Blattläuse angewandt werden. 2006 wurde ein Antrag zur Aufnahme des Wirkstoffs in Annex I der Richtlinie 91/414/EWG gestellt. Für die nationale Zulassung werden z. Zt. ein Dossier erstellt und Wirksamkeitsprüfungen durchgeführt.

NeemAzal-T/S und Quassia-MD werden im Spritzverfahren ausgebracht (KIENZLE et al. 2006, KLEEBERG 2000). In den letzten Jahren wurden neue Applikationsmöglichkeiten gesucht und Streich- bzw. Stamminjektionsverfahren sowie direkte Wurzelbehandlung (bei Boden- bzw. Hydrokulturen) untersucht. Diese zeigen, dass beide Wirkstoffe in Pflanzen systemisch transportiert werden und dabei einen hohen Wirkungsgrad aufweisen.

Das Streichverfahren wurde überwiegend im Hopfenbau getestet (ENGELHARD et al. 2007) und hat gezeigt, dass NeemAzal-T/S keine geeignete Formulierung für diese Applikation ist. Unter Bedingungen des Öko-Hopfenbaus hat hingegen die Anwendung des Quassia-Präparates mit einer Aufwandmenge von 24 g Quassin/ha sehr gute Ergebnisse ergeben.

Bei Stamminjektionen gegen die Kastanienminiermotte wurden die Formulierungen NeemAzal-T (5 % AzA), NeemAzal-U (17 % AzA) NeemAzal-E (2,5 % AzA), NeemProTree (5-10 % AzA) verwendet und dabei Injektionssysteme wie z. B. Chemjet (Australien), Arbor-systems (USA) sowie eigene Konstruktionen getestet.

Die Ergebnisse zeigen (PAVELA 2005), dass eine Injektion des Wirkstoffes in die Kastanien (0,08-0,25 g Azadirachtin A/cm Baumdurchmesser in Brusthöhe) zum Flugbeginn der Kastanienminiermotte zu einer deutlichen Reduktion der Schädlingspopulation geführt hat und damit einen Schutz der Blätter während der ganzen Saison gewährleistet. So wiesen die Blätter 30 Tage nach der Injektion (1. Generation des Schädlings) in der Kontrolle 28,8 große Minen (über 3 cm², von Larven im L3-5 Stadium) pro Blatt und 1 bis 18,4 in den NeemAzal-Varianten; 4 Monate später (2. Generation) waren es schon 83,8 bzw. 2,5-28,1 Minen/Blatt

entsprechend. In einem anderen Versuch wurde eine 96,8 %ige Reduktion der Minen erreicht (LABANOWSKI et al. 2007).

Die Erfahrung aus der Stamminjektion zeigt, dass das geeignetste Injektionssystem „Arbor-systems“ (das nur die Borke der Bäume verletzt (KOCH et al. 2006)) und die beste Formulierung NeemProTree (7 % AzA) sind; das Verfahren muss jedoch noch optimiert werden.

Die Wurzelbehandlung wurde mit den Präparaten NeemAzal-T/S (1 % AzA), NeemAzal-U (17 % AzA) und Quassia-nativ (bis 1,2 % Quassin) im Gießverfahren durchgeführt.

So hat die dreimalige Bodenapplikation von NeemAzal-T/S (0,5 %ig; 3 bzw. 5 l Wasser/m²) gegen Trauermücken eine Wirkung von 95-97 % nach 21 Tagen erbracht und dabei keine Schäden an den Pflanzen verursacht (FÖRSTER 1999).

Eine einmalige Applikation von NeemAzal-U gegen den Kalifornischen Blüenthrisp *Frankliniella occidentalis* an Bohnenpflanzen hat eine Mortalitätsrate von 86-95 % aufgewiesen (THÖMING et al. 2006).

HARTMANN und WULF (2005) haben bei der Bodenapplikation von Quassia-nativ (20 und 50 mg Quassin/l Wasser) gegen die Weiße Fliege eine hohe direkte Wirkung auf Larven und Adulte festgestellt. In weiteren Versuchen stellte TIEDE (2007) fest, dass solch eine Behandlung insbesondere während des Schlupfes der Junglarven effektiv ist und zusätzlich eine repellente Wirkung auf die adulte Weiße Fliege zeigt, die bei der Eiablage zu 80 % unbehandelte Pflanzen bevorzugt.

NeemAzal-U zeigt bei einer Anwendung auch an Hydropflanzen eine deutliche Wirkung. So wurde die Population von Weißen Fliegen nach drei bzw. viermaliger Gabe von wässrigen Lösungen mit 0,5 und 5 ppm Quassin im Nährstoffkreislauf um bis zu 80 % reduziert (PAVELA 2006).

In eigenen Versuchen wurde der Wirkungszeitraum von ein- und zweimaliger Applikation von NeemAzal-U (0,03 %ige Behandlungslösung) an in Seramis getopften Tomaten untersucht (s. Abbildung). Dabei wurde festgestellt, dass bei Larven von *Heliothis armigera*, die am 11. Tag auf die behandelten Pflanzen übertragen wurden, ein deutlicher Fraßstopp zu verzeichnen ist. So haben die Larven in 3 Tagen (14 Tage nach der Behandlung – 14 TnB) kumulativ in der Kontrolle 30,7 %, in Varianten mit einer Behandlung 19,4 % und mit zwei Behandlungen 20,0 % Blattmasse aufgenommen. Ab dem 16 TnB war der Unterschied zwischen den Varianten sehr deutlich. Der Blattmasseverlust der Kontrolle nahm bis zu dem 23 TnB kontinuierlich von 78,7 % bis auf 142,0 % zu. Wogegen in NeemAzal-Varianten der Blattmasseverlust nach einer Behandlung von 37,2 % auf 49,4 % und nach zwei Behandlungen von 36,7 % bis auf 44,4 % deutlich geringer ausfiel. Diese Ergebnisse zeigen, dass der Wirkstoff auch 2 Wochen nach Behandlung noch in den Pflanzen vorhanden ist und ein Schutz gegen Schädlinge gewährleistet ist. Dies bestätigte auch die Analytik von in Seramis getopften Stangenbohnen, die zeigte, dass am 16. Tag nach der Anwendung einer 0,1 %igen wässrigen Lösung von NeemAzal-U (400 ml/Pflanze) der Wirkstoff in Blättern aller Pflanzenetagen (auch Neuen) zu finden war.

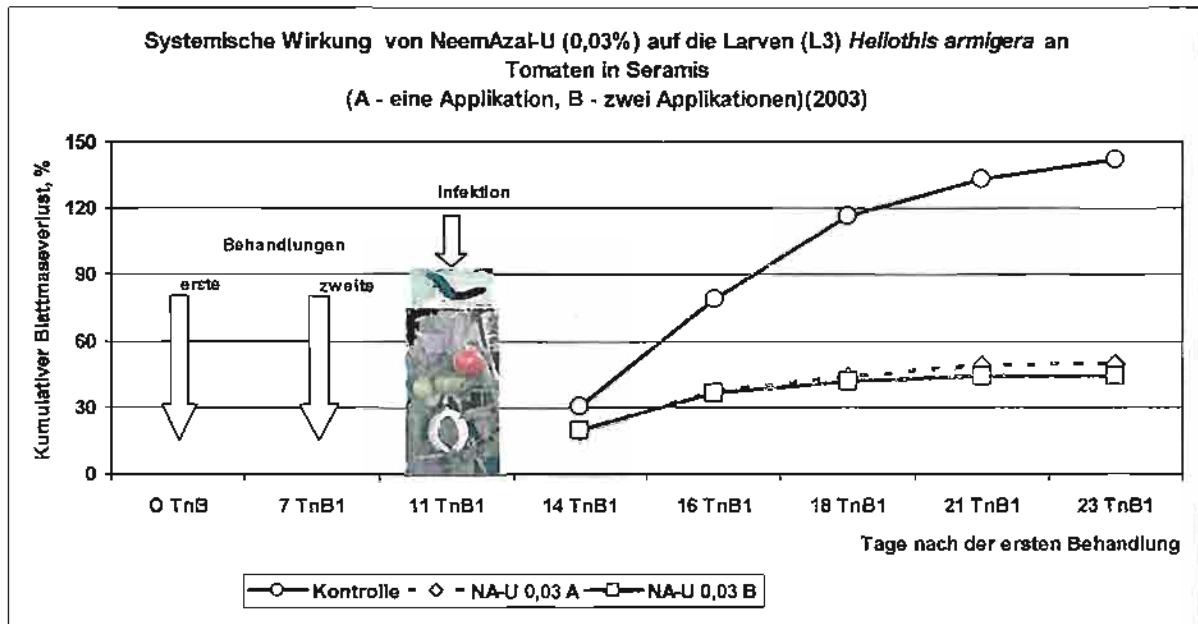


Abb. 1: Systemische Wirkung von NeemAzal-U (0,03 %) auf die Larven (L3) *Heliothis armigera* an Tomaten in Seramis

Literatur

ENGELHARD, B., BOGENRIEDER, A., ECKERT, M., WEIHRACH, F. (2007): Entwicklung von Pflanzenschutzstrategien im ökologischen Hopfenanbau als Alternativen zur Anwendung kupfer- und schwefelhaltiger Pflanzenschutzmittel. Hrsg: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Weihenstephan/ Schriftreihe 9: 49 S.

FÖRSTER, A. (1999): Interner Bericht.

HARTMANN, T., WULF, T. (2005): Einfluss von Bodenbehandlungen mit Neem (NeemAzal-U) und Bitterholzextrakt (TRF-002) auf Trauermücken und Weiße Fliegen. Bachelorarbeit. Institut für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz der Universität Hannover: 70 S.

KIENZLE, J., MAXIN, P., ZIMMER, J., RANK, H., BATHON, H., ZEBITZ, C. (2006): Regulierung der Apfelsägewespe *Hoplocampa testudinea* Klug im Ökologischen Obstbau. Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtschaft, 400: 235–236

KLEEBERG, H. (2000): Neem – ein neues Präparat für den Ökologischen Landbau. Bioland, 4: 31

KOCH, T., JÄCKEL, B. (2006): Persönliche Mitteilung.

LABANOWSKI, G., SOIKA, G., ŚWETOSLAWSKI, J. (2007): Effectiveness of Azadirachtin in the Horse-Chestnut leaf miner *Cameraria ohridella* Deschka & Dimić (Lep., Gracillaridae) control. Hrsg.: H. Kleeberg. Biological Control of Plant, Medical and Veterinary Pests. Proceedings of the 14th Workshop; Wetzlar, Germany, (in print)

PAVELA, R., BARNET, M. (2005): Systemic applications of Neem in the Control of *Cameraria ohridella*, a Pest of Horse Chestnut (*Aesculus hippocastanum*). *Phytoparasitica* 33(1): 49–56

PAVELA, R., DA SILVA, J. (2006): New Control Technologies against Pests based on Azadirachtin. Global Science Books, London: Floriculture, Ornamental and Plant Biotechnology. (3): 564–566

THÖMING, G., POEHLING, H.-P. (2006): Bodenapplikation von Neem-Präparaten zur Kontrolle von *Frankliniella occidentalis* – Verlagerung und Persistenz in Bohnenpflanzen. Mitt. Biol. Bundesanst. Land- Forstwirtsch. 400: 128–129

TIEDE, J. (2007): Auswirkung von Bitterholzextrakten auf Wirtswahl und Entwicklung der Weißen Fliege *Trialeurodes vaporariorum*. Bachelorarbeit. Institut für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz der Universität Hannover: 63 S.

Herstellung, toxikologische und ökotoxikologische Daten von Quassia-Extrakt-MD und seinen Inhaltsstoffen

Christine Kliche-Spory¹, Hubertus Kleeberg¹, Markus Holaschke²

Heidrun Vogt³, Pia Temes³

¹ Trifolio-M GmbH, Dr.-Hans-Wilhelmi-Weg-1, 35633 Lahnau

² Justus-Liebig-Universität Giessen, Institut für Phytopathologie und Angewandte Zoologie, Heinrich-Buff-Ring 26-32, 35392 Giessen

³ Institut für Pflanzenschutz im Obstbau der BBA, 69221 Dossenheim, Schwabenheimer Straße 106

Einleitung

Auszüge aus einer speziellen Bitterholzart (*Quassia amara*, einem Bittereschengewächs), dürfen in Deutschland nach §6a des Pflanzenschutzgesetzes für Pflanzenschutz Zwecke auf dem eigenen Hof hergestellt und verwendet werden.

Bei der Herstellung von Spritzbrühen auf dem eigenen Hof ist man jedoch generell mit dem Problem konfrontiert, den genauen Gehalt an wirksamen Bestandteilen in den Auszügen nicht zu kennen, was zum einen auf schwankende Mengen an den Inhaltsstoffen in den natürlichen Rohstoffen, aber auch auf Variationen in den Aufbereitungstechniken zurückgeführt werden kann.

Eine sich daraus ergebende Unterdosierung der aktiven Inhaltsstoffe resultiert in Verlust an Wirksamkeit, während eine mögliche Überdosierung zur Verschwendung von Betriebsmitteln führt und darüber hinaus aber auch schädigende Einflüsse auf die Umwelt haben kann.

Durch die Verwendung von charakterisierten, standardisierten und getesteten Mitteln dagegen lassen sich diese negativen Begleiterscheinungen minimieren bzw. verhindern.

Quassia-Extrakt-MD ist ein Fertigextrakt aus Bitterholz, für das die Firma Trifolio-M GmbH einen Antrag zur Aufnahme in den Annex I der EU-Richtlinie 91/414 gestellt hat.

Zur Herstellung von Quassia-Extrakt-MD gewinnt man aus einer Tonne frischem Holz ca. 500 kg Holzschnitzel, die dann mit verschiedenen Extraktionsmitteln bei erhöhter Temperatur behandelt werden. Die flüssige Phase wird vom Holztrester abgetrennt und bis zur Trockne eingengt. Der Zusatz von Hilfsstoffen verbessert die Löslichkeit des Extrakts in Wasser. Beim so erhaltenen getrockneten Produkt handelt es sich um ein Mehrstoffgemisch, dessen wirksame Inhaltsstoffe zur chemischen Substanzklasse der Quassinoide gehören. Wirksamkeitstests mit den isolierten Inhaltsstoffen Quassin und Neoquassin belegten deren biologische Aktivität, so dass beide Substanzen als analytische Leitsubstanzen definiert werden können. Aufgrund der höheren biologischen Aktivität des Quassins gegenüber Neoquassin (KIENZLE et al. 2005) wählten wir Quassin zur routinemäßigen analytischen Beschreibung und Charakterisierung unseres Extrakts.

Akute Toxizität und ökotoxikologische Daten von Quassia-Extrakt-MD

Mit Quassia-Extrakt-MD wurden im Rahmen des Antrags zur Aufnahme in den Annex I der Richtlinie 91/414/EWG toxikologische und ökotoxikologische Studien durchgeführt, deren Ergebnisse im Folgenden zusammengefasst sind. Darüber hinausgehend wurden Tests zur biologischen Aktivität an den Reinstoffen Quassin und Neoquassin sowie an einem nativen flüssigen Quassia-Extrakt durchgeführt. Die erhaltenen Daten ermutigen zur Weiterverfolgung des Produkts.

Tabelle 1 zeigt die Ergebnisse aus Studien zur akuten Toxizität mit daraus resultierender Einstufung nach der EU-Richtlinie 67/548/EWG.

Tab. 1: Ergebnisse von Quassia-Extrakt-MD in akuten Toxizitätstests und daraus resultierende Einstufung.

Tests auf akute Toxizität (OECD Richtlinie)	Versuchstier	Ergebnis	Einstufung lt. Anhang VI, 67/548/EWG
Orale Aufnahme (423)	Ratte (<i>Rattus norvegicus</i>)	LD ₅₀ > 2000 mg/kg bw	keine
Hautreizung (404)	Kaninchen (New Zealand White Rabbits)	LD ₅₀ > 2000 mg/kg bw	keine
Inhalation (403)	Ratte (<i>Rattus norvegicus</i>)	LC ₅₀ > 13.542 mg/L/4h	keine
Augenreizung (405)	Kaninchen (New Zealand White Rabbits)	Leichte, reversible Änderungen am Bindehautsack. Nach 24 h verschwunden.	keine
Sensibilisierung (Haut) (406)	Meerschwein (<i>Cavia porcellus</i>)	Keine Sensibilisierung	keine

Aus den Studien zur akuten Toxizität am Prüfmittel Quassia-Extrakt-MD geht dessen niedriges Gefährdungspotential hervor. Es erfolgt keine Einstufung als Gefahrstoff für die untersuchten Parameter.

Tab. 2: Ökotoxikologische Daten von Quassia-Extrakt-MD.

Tests (OECD Richtlinie)	Testsystem	Ergebnis	Einstufung gemäß Anhang VI, 67/548/EWG
Akute Toxizität, aquatisch (Fisch)(203)	Danio rerio	LC ₅₀ (96h) > 100 mg/L	keine
Aquatische Toxizität (Algen)(201)	Süßwasser Grünalgen (<i>Pseudokirchneriella subcapitata</i>)	EC ₅₀ = 179,93 mg/L (72h) NOEC = 100 mg/L	keine
Akute Toxizität, Daphnien (202)	Daphnia magna	EC ₅₀ = 213,34 mg/L (48h)	keine
Biologische Abbaubarkeit (301 D)	Closed-bottle Test	> 60 % removal of COD (28d)	keine
Verteilungs-koeffizient n-Octanol/Wasser (107)	N-Octanol/Wasser	Log POW (Quassin) = 0,581 Log POW (Neoquassin) = 1,074	keine

Tabelle 2 summiert die Ergebnisse aus grundlegenden Versuchen zur Ökotoxizität von Quassia-Extrakt-MD. Es zeigt sich, dass die bisherigen Ergebnisse keine Einstufung im Hinblick auf ein eventuell umweltschädigendes Verhalten des Produkts erforderlich machen. Da Quassia-Extrakt-MD ein Vielstoffgemisch ist, wurde der Verteilungskoeffizient für die beiden im Produkt enthaltenen analytischen Leitsubstanzen Quassin und Neoquassin bestimmt.

Wirkung von nativem Quassia-Extrakt, Quassin und Neoquassin auf Nützlinge

Da Quassia insbesondere auch im ökologischen Obstbau Verwendung finden soll, wurden verschiedene Tests an für im Obstbau relevanten Nützlingen bzw. Nichtzielorganismen durchgeführt. Die Tests wurden im Labor durchgeführt. Die Laborbedingungen entsprachen Bedingungen, die im Freiland als „worst-case-Bedingungen“ für die Nützlinge einzustufen wären. Die jeweils verwendeten Behandlungsmengen wurden so gewählt, dass sie den üblichen Aufwandmengen im ökologischen Obstbau entsprachen.

An Larven (L₄) des Gemeinen Ohrwurms wurde mit Testsubstanz behandeltes Futter verabreicht bzw. die Tiere direkt mit einer entsprechenden Testlösung behandelt. In keinem Fall konnte ein negativer Effekt beobachtet werden. Aus Tabelle 3 gehen die eingesetzten Aufwandmengen hervor.

Tab. 3: Orale und Kontakttoxizität (Besprühen) auf Larven (L₄) des gemeinen Ohrwurms *Forficula auricularia*. *: Die Angabe 12 g/ha bezieht sich im Quassia-Extrakt auf den Gehalt an der analytischen Leitsubstanz Quassin. Versuche: Vogt und Ternes

Versuch	Kontrolle	Quassia-Extrakt 12 g/ha*	Quassin 12 g/ha	Neoquassin 12 g/ha
Orale Toxizität: Mortalität [%]	0	0	0	0
Kontaktwirkung: Mortalität [%]	0	0	0	0

In weiteren Tests war der Siebenpunktmarie, *Coccinella septempunctata*, Gegenstand der Untersuchungen. Hier wurde die orale Toxizität eines nativen Quassia-Extrakts mit 6, 12 oder 18 g Quassin/ha bzw. die Kontakttoxizität bei der Benetzung von L₂-Larven untersucht. Endpunkte der Untersuchungen waren die präimaginale Mortalität und die Reproduktion. Die Versuche erfolgten in Anlehnung an die IOBC-Richtlinie (SCHMUCK et al. 2000). Zur Prüfung der oralen Toxizität wurden dabei Erbsenblattläuse (*Acyrtosyphon pisum*) mit dem Prüfmittel unter Verwendung eines Laborsprüngerätes (Potter Tower) besprüht und diese dann an die Larven verfüttert. Es zeigte sich, dass Quassia sowohl bei oraler Aufnahme als auch bei der direkten Behandlung der Käfer (ebenfalls mit dem Potter Tower) unbedenklich ist (Abb. 1). Die aus dem Versuch „orale Toxizität“ hervorgehenden Käfer wurden hinsichtlich ihrer Reproduktion untersucht. In den Varianten Quassia-Extrakt 6 g/ha und 12 g/ha wurde zwar eine geringere Anzahl fertiler Eier/Weibchen u. Tag im Vergleich zur Kontrolle festgestellt (Kontrolle: 14,3; 6 g/ha: 4,9; 12 g/ha: 6,8), dies zeigte sich jedoch nicht in der 18 g/ha Variante (13,9). Es ist hier eher kein Mitteleffekt zu vermuten, sondern die Daten geben die natürliche Schwankungsbreite in der Reproduktion der Käfer wieder.

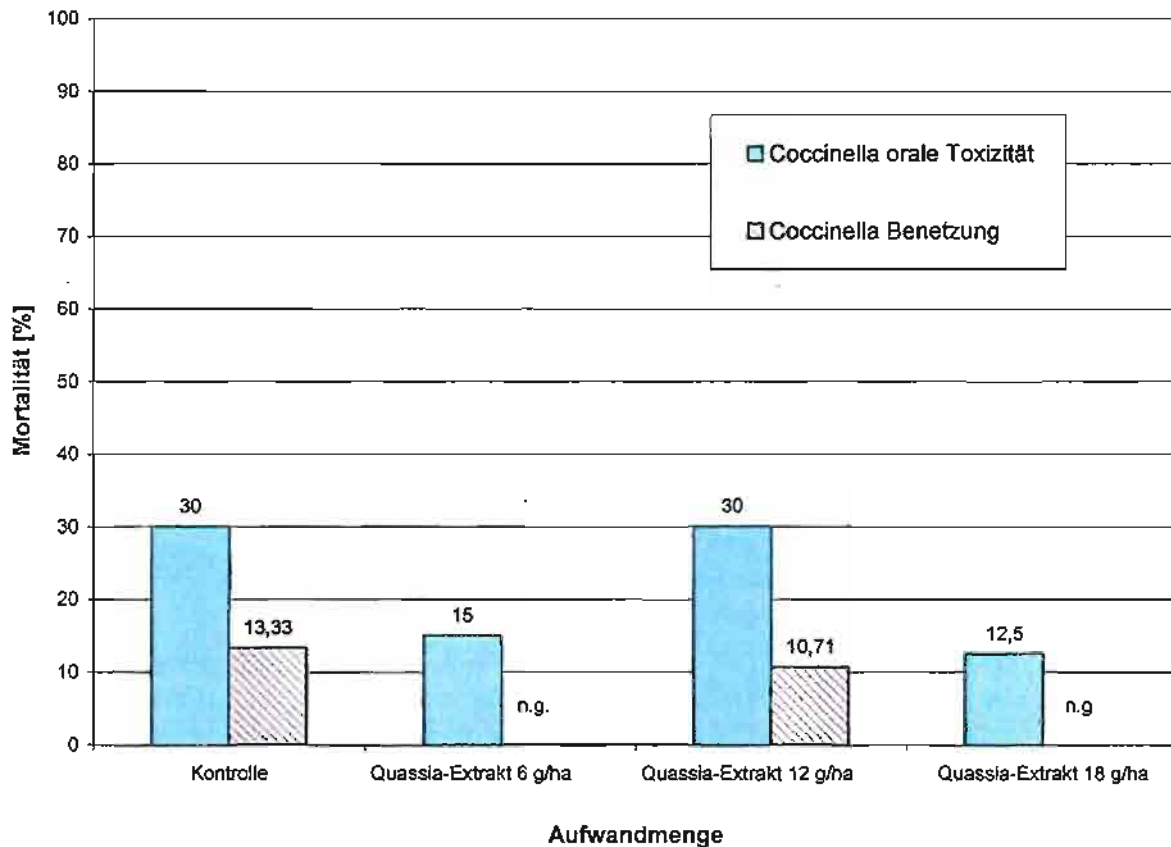


Abb. 1: Wirkung eines nativen Quassia-Extrakts bei Aufwandmengen von 6, 12 und 18 g Quassin/ha auf L_2 -Larven von *Coccinella septempunctata* im Labortest. n. g.: nicht geprüft. Versuche: Vogt und Ternes

Um den Einfluss eines nativen Quassia-Extrakts auf die Reproduktionsleistung des Siebenpunktmarientkäfers genauer zu untersuchen, erfolgte ein weiterer Versuchsansatz. Dabei wurden jeweils zwei Tage alte Larven in eine Glaspetrischale gesetzt, die vorher mit verschiedenen Konzentrationen des Prüfmittels besprüht wurde. Über die gesamte Entwicklungszeit bis zur Verpuppung verblieb die Larve in dieser Petrischale, gefüttert wurde täglich. Nachdem aus der Puppe das adulte Tier geschlüpft war, wurde eine Geschlechtsbestimmung vorgenommen und der Verlauf der Eiablage beobachtet. Die Anzahl der abgelegten Eier sowie die Schlupfrate wurden bestimmt. Die Versuche wurden nach der IOBC-Richtlinie (SCHMUCK et al. 2000) durchgeführt.

Abbildung 2 zeigt die Reproduktionsfähigkeit von *C. septempunctata*. Die höchste Konzentration von 50 mg Quassin L^{-1} führte zu einer Reduzierung der Ei- und Larvenzahl, während die relative Schlupfrate sich nicht deutlich von derjenigen der Kontrolle bzw. niedrigerer Aufwandmengen unterscheidet.

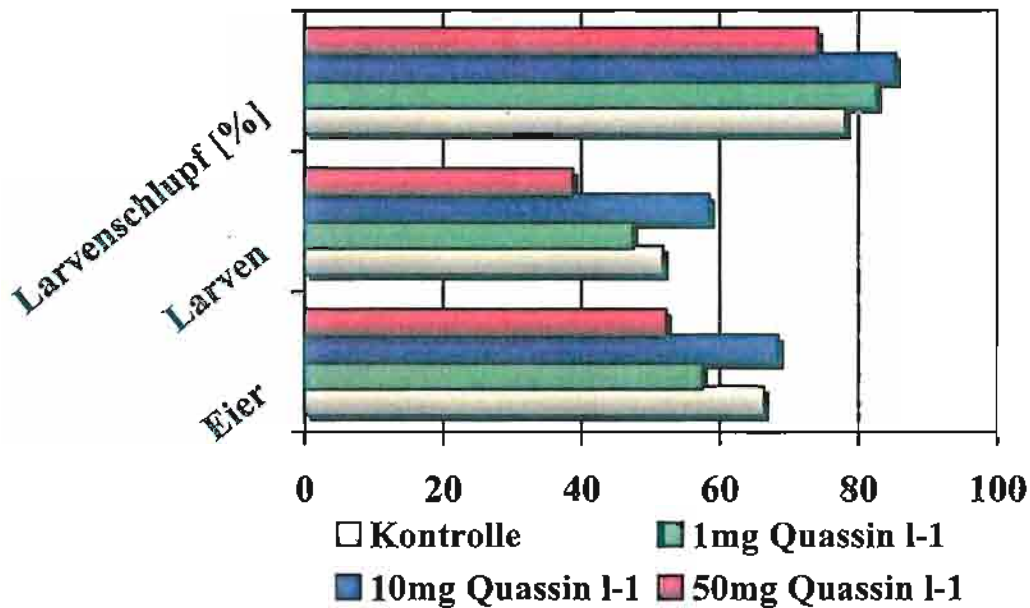


Abb. 2: Anzahl der Eier bzw. Larven pro Weibchen und Larvenschlupfrate von *C. septempunctata* im Glasplattentest. Versuche: M. Holaschke.

Die Blutlauszehrwespe *Aphelinus mali*, die Florfliege *Chrysoperla carnea* sowie die Schlupfwespe *Aphidius rhopalosiphi* sind weitere relevante Nützlinge, deren Reaktion auf Quassia-Extrakte bzw. auf die isolierten Reinstoffe Quassin und Neoquassin getestet wurden. Die tabellarische Übersicht (Tab. 4) zeigt die Zusammenfassung von Prüfergebnissen aus Laborversuchen (VOGT & TERNES 2006). Die Versuche wurden mit Aufwandmengen durchgeführt, die der Anwendungspraxis gegen Apfelsägewespen entsprechen. Aufwandmengen bis mindestens 18 g Quassin/ha sind augenscheinlich für die genannten Nützlinge im Freiland unbedenklich (siehe auch VOGT 2001 zu Versuchen mit Quassia an *Chrysoperla carnea*).

Tab. 4: Zusammenfassung von Testergebnissen aus Laborversuchen. Quassia-Extrakt, Quassin oder Neoquassin an verschiedenen Nützlingen. Aufwandmengen: bis 18 g Quassin/ha.

Spezies	Entwicklungsphase(n)	Orale (O), Kontakttoxizität (K)
Blutlauszehr- wespe <i>Aphelinus mali</i>	Mumien (K) Adulte (O,K)	K (besprüht): keine signifikanten Unterschiede zur Kontrolle K (Belag): keine Schädigung O: max. 30 % Mortalität (bei 18 g Q/ha)
Schlupfwespe <i>Aphidius rhopalosiphi</i>	Adulte < 48 h alt	O: 40 % Mort./12 g Quassin. 25 % Mort./12 g Neoquassin 15 % Mort./Quassia-Extrakt mit 12 g Quassin) Kontrolle: 15 % Mort.
Florfliege <i>Chrysoperla carnea</i>	2-3 Tage alte Larven und Imagines, 2d alt	O (Larven), K (Adulte, besprüht): keine erhöhten Mortalitäten im Vergleich zur Kontrolle.

Zusammenfassung

Die bisher durchgeführten Laborversuche an Nützlingen legen den Schluss nahe, dass Quassia-Extrakt-MD im Freiland lediglich geringe oder keine Schädigungen verursacht, insbesondere da die als hochempfindlich geltenden Parasitoide nicht geschädigt wurden. Die Wirkung auf weitere Nützlinge muss ggf. noch untersucht werden.

Aus den bisher erhobenen (öko)toxikologischen Daten resultiert keine Einstufung von Quassia-Extrakt-MD als Gefahrstoff gemäß Anhang VI von RL 67/548/EWG über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung gefährlicher Stoffe.

Danksagung

Wir danken dem Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz für die Unterstützung der Nützlingsuntersuchungen im Rahmen des BÖL-Forschungsprojekts Nr. 02OE084.

Literatur

KIENZLE, J., ZIMMER, J., KLOPP, K. et al. (2005): Regulierung der Apfelsägewespe im Ökologischen Obstbau und Nebenwirkungen der Strategien auf die Blutlauszehrwespe. Poster präsentiert bei der Konferenz 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau - Ende der Nische, Kassel, 01.03.2005 – 04.03.2005; Veröffentlicht in Heß, J und Rahmann, G, (Hrsg.) Ende der Nische, Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau

SCHMUCK, R., CANDOLFI, M.P., KLEINER, R. et al. (2000): A laboratory test system for assessing effects of plant protection products on the plant dwelling insect *Coccinella septempunctata* L. (Coleoptera: Coccinellidae). In: M.P. Candolfi, S. Blmel & R. Forster et al. (eds.): Guidelines to evaluate side-effects of plant protection products to non-target arthropods. IOBC/WPRS, Gent, 45–56

VOGT, H. (2001): Effects of Quassia products on *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera, Chrysopidae). IOBC/WPRS Bulletin 24 (4), 47–52

VOGT, H. and TERNES, P. (2006): Side effects of pesticides on *Aphelinus mali* and other antagonists of the woolly apple aphid. Journal of Plant Diseases and Protection 113 [2], 90

ZIMMER, J., HETEBRÜGGE, K., BATHON et al. (2006): Bekämpfung der Blutlaus durch Freilassung von Blutlauszehrwespen aus Massenzucht. BLE, Bundesprogramm Ökolandbau, Projektbericht 03OE524/1

Einsatz von Quassia zur Bekämpfung der Hopfenblattlaus *Phorodon humuli* in der Sonderkultur Hopfen: Stand der Dinge

Florian Weihrauch, Johannes Schwarz und Bernhard Engelhard

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Hopfenforschungszentrum, Hüll 5 1/3, 85283 Wolnzach, Florian.Weihrauch@LfL.bayern.de

Zusammenfassung

Der wichtigste Schädling im Hopfenbau ist generell die Hopfenblattlaus *Phorodon humuli*. Zu ihrer Bekämpfung wurden bereits zu Beginn des 20. Jahrhunderts weltweit Quassia-Extrakte eingesetzt. Knapp hundert Jahre später wurde Quassia bzw. dessen Wirkstoff Quassin als Option zur Blattlausbekämpfung im Ökologischen Hopfenbau wiederentdeckt, da zu diesem Zeitpunkt insbesondere die zugelassenen Pyrethrine keine befriedigende Wirkung mehr zeigten. Im Rahmen mehrerer Versuche zur biologischen Wirksamkeit, die von 2002 bis 2006 über fünf Vegetationsperioden durchgeführt und dabei ständig wissenschaftlich begleitet wurden, erwies sich Quassin als effektiver Wirkstoff zur Blattlausbekämpfung bei ökologisch bewirtschafteten Aroma-Hopfensorten. Als erfolgversprechendste Methode der Applikation des Wirkstoffes wurde eine systemische Methode entwickelt, wobei das Quassin als ölige Suspension mit einem Pinsel direkt auf die Rebenbasis aufgetragen wird, um sich dann in der ganzen Pflanze zu verteilen. Diese Methode war nicht nur die effektivste, sondern stellte mit Sicherheit auch die umweltfreundlichste Variante dar. Als optimale Wirkstoffmenge bei der systemischen Applikation wurden 24 g/ha Quassin ermittelt.

Um Quassin in der EU als Wirkstoff generell verfügbar zu machen, muss dieser erst auf Annex I der EU-Richtlinie 91/414/EWG des Rates gelistet sein. Um die nötigen Daten dafür zu generieren, wurden im Jahr 2007 drei weitere Wirksamkeitsprüfungen durchgeführt. Dabei wurde erstmals auch die Wirksamkeit von Quassin in einer konventionell bewirtschafteten Hochalpha-Sorte geprüft. Die dabei gewonnenen Ergebnisse unterstreichen die aktuelle Bedeutung von Quassin als dem derzeit einzigen effektiven Wirkstoff zur Blattlausbekämpfung im Ökologischen Hopfenbau, insbesondere bei systemischer Applikation.

Aktuelle Bioland-Richtlinien



10.2.2 Pflanzenschutz- und Pflegemittel

Die genannten Mittel dürfen nur eingesetzt werden, sofern sie nicht mit anderen, hier nicht genannten Präparaten kombiniert sind.

10.2.2.1 Allgemein zugelassene Mittel

- ▶ Gesteinsmehle
- ▶ Bentonit und aufbereitete Tonerden
- ▶ Algen und Algengerzeugnisse
- ▶ Wasserglas (Natriumsilikat)
- ▶ Kräuterauszüge, Kräuterjauchen und -tees (z. B. Brennnessel, Schachtelhalm, Zwiebel, Wermut, Rainfarn)
- ▶ Azadirachtin aus *Azadirachta indica* (Neembaum)
- ▶ Quassia aus *Quassia amara*
- ▶ Mineralöle, Paraffinöl
- ▶ Pflanzenöle
- ▶ Kaliseife
- ▶ Eisen-III-Phosphat
- ▶ Milch- und Molkeprodukte
- ▶ Mikroorganismen (Bakterien, Viren, Pilze), z.B. Bacillus-thuringiensis-Präparate
- ▶ Natrium- und Kaliumhydrogencarbonat
- ▶ Lecithin
- ▶ Quarz (Siliziumdioxid)

10.2.2.2 Nur im Gartenbau und in Dauerkulturen sowie in den aufgeführten Kulturen zugelassene Mittel

- ▶ Pyrethrine aus *Chrysanthemum cinerariaefolium* (ohne den Synergisten Piperonylbutoxid)
- ▶ Netzschwefel
- ▶ Kalksulfat (Calciumpolysulfid)
- ▶ Kaliumpermanganat
- ▶ Kupferpräparate (max. Kupfermenge 3 kg/ha und Jahr, im Hopfenbau max. 4 kg/ha und Jahr. Im Kartoffelanbau nur mit Ausnahmegenehmigung durch den Verband. Wenn kupferhaltige Mittel eingesetzt werden, muss der Kupfergehalt der Böden laufend durch Bodenuntersuchungen festgestellt werden.)
- ▶ hydrolysiertes Eiweiß (Lockmittel)

Bioland-Richtlinien 27. November 2008

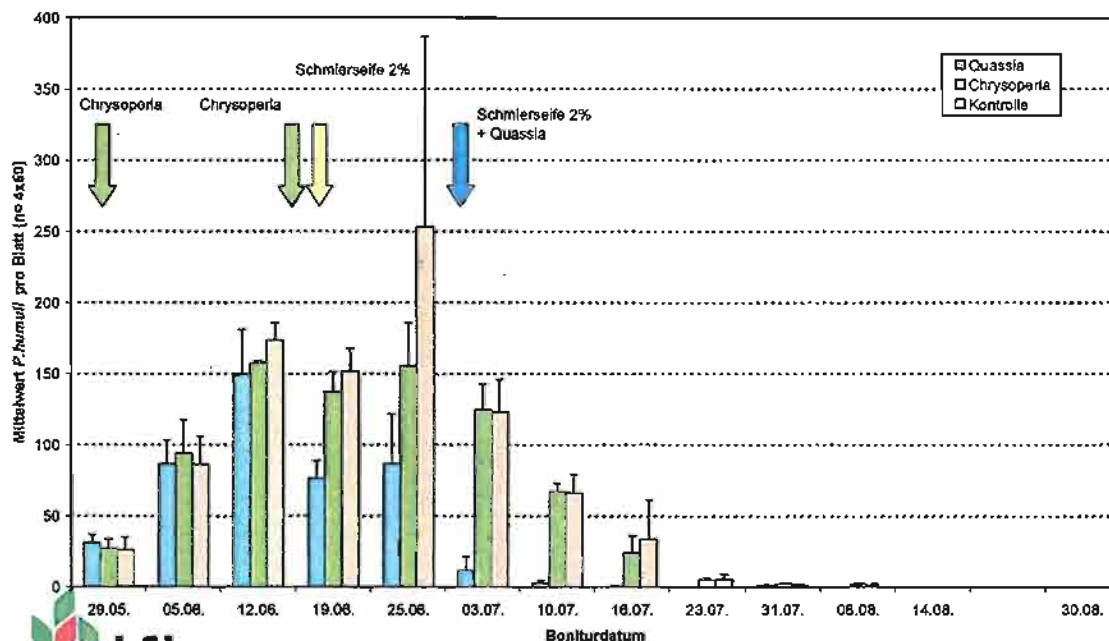


F. Wehrauch IPZ5b

Erste Erfahrungen 2002



Blattlaus-Populationsentwicklung, Ursbach 2002, cv. Spalter Select

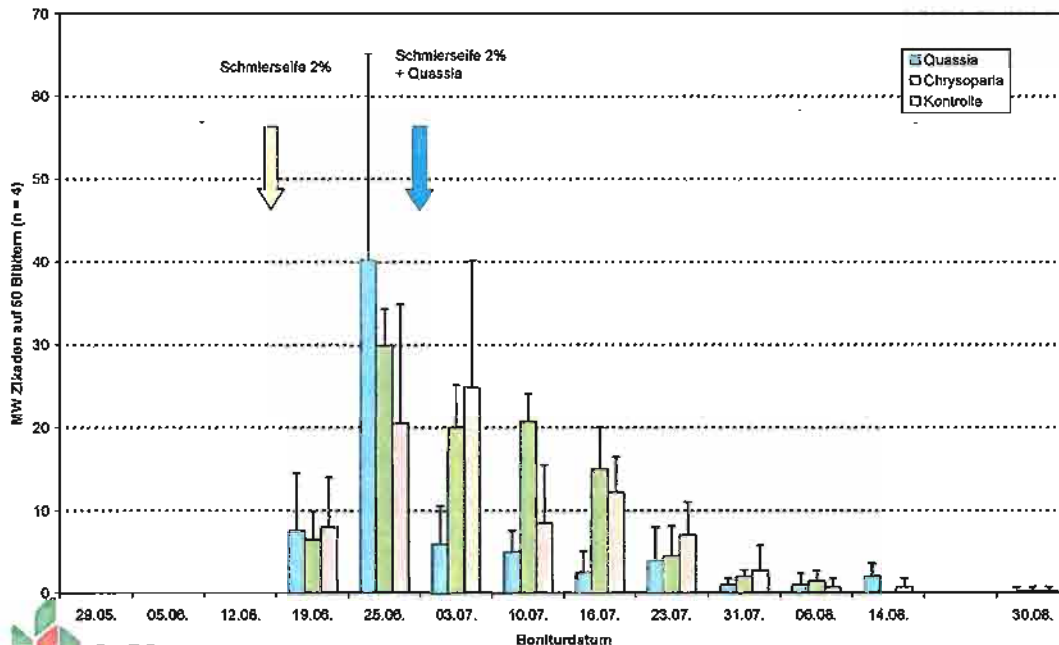


F. Wehrauch IPZ5b

Erste Erfahrungen 2002



Entwicklung der Zikadenpopulation, Ursbach 2002, cv. Spalter Select



F. Weltrauch IPZSb

Versuche 2004 – 2006



mit nach Bioland-Richtlinien zugelassenen Wirkstoffen:

Quassia-Produkte (*Quassia amara*):

- Quassia-Extrakt aus Holzspänen, gespritzt
- Industrie-Extrakt „TRF 002“, systemische Applikation

Neem-Produkte (*Azadirachta indica*):

- „NeemAzal T/S“, gespritzt
- „NeemAzal T/S“, systemische Applikation

Pyrethrine (*Chrysanthemum cinerariifolium*):

- „Spruzit Neu“, gespritzt



F. Weltrauch IPZSb

Ergebnisse 2004 - 2006



Blattlaus-Populationsentwicklung, Herpersdorf 2006, cv. Perle

Variant	16 vi 2006 1 day before 1st application	20 vi 2006 4 days after 1st application	30 vi 2006 4 days after 2nd application	04 vii 2006 10 days after 2nd application	15 vii 2006 3 weeks after 2nd application
Control	50	70	73	111	120
Spray applications					
NeemAzal T/S	55	84	86	165	148
Pyrethrine	68	80	69	52	117
Quassia, homebrew	29	43	14	26	10
Quassia with soft soap	40	32	11	7	3
Systemic applications					
NeemAzal T/S	45	84	42	97	151
Quassine 12 g/ha ⁽¹⁾	44	76	24	49	23
Quassine 24 g/ha ⁽¹⁾	40	51	28	14	4
Quassine 36 g/ha ⁽¹⁾	32	43	42	8	10



⁽¹⁾ nur einmalige Behandlung

F. Weltrauch IPZ5b

Ergebnisse 2004 - 2006



www.lfl.bayern.de/publikationen/

„Unter Bedingungen des Bio-Hopfenanbaus haben Präparat und Aufwandmenge

TRF-002 mit 24 g Quassin/ha

grundsätzlich sehr gute Ergebnisse gebracht. Die Anwendung sollte im vollen Wachstum des Hopfens (evtl. unabhängig von der Anzahl Blattläuse/Blatt) erfolgen.“



F. Weltrauch IPZ5b

Ergebnisse 2004 - 2006



„Wichtige Erkenntnisse wurden in der **Blattlausbekämpfung** gewonnen. Die Tatsache, dass Naturprodukte wie Quassia und NeemAzal im Hopfen bis in die Spitzen in 7 m Höhe transportiert werden, überraschte und hatte Signalwirkung auch für andere Kulturen. Wichtig wäre es, diese Erfahrungen auf den Hopfenanbau generell auszudehnen und eine Zulassung nach dem Pflanzenschutzgesetz (bzw. Genehmigung nach § 18a) zu betreiben.

Voraussetzung dazu ist auch der Nachweis auf mögliche Rückstände; d.h. für Hopfen muss eine Analysenmethode der aktiven Substanzen etabliert werden.“



LfL

Pflanzenbau

F. Wehrauch IPZ5b

Stand der Dinge



Derzeit sind Pflanzenschutzmittel aus *Quassia amara* die einzig erfolgversprechende Alternative bei der Blattlausbekämpfung im Ökologischen Hopfenbau

***Quassia*-Eigensude wirken effektiv, haben aber signifikante Nebenwirkungen auf Nichtzielorganismen; zudem besteht hier eine rechtliche Grauzone**

Die systemische *Quassia*-Applikation mit einer Dosis von 24 g Quassin/ha scheint derzeit die erfolgversprechendste Variante zu sein



LfL

Pflanzenbau

F. Wehrauch IPZ5b

Stand der Dinge



Aufnahme des Wirkstoffes Quassin in Annex I der EU-Richtlinie 91/414/EEC

Etablierung der Rückstandsanalytik der aktiven Substanzen im Hopfen und Festsetzung einer Rückstands-Höchstmenge

Belege für die biologische Wirksamkeit von Quassin durch Feldversuche

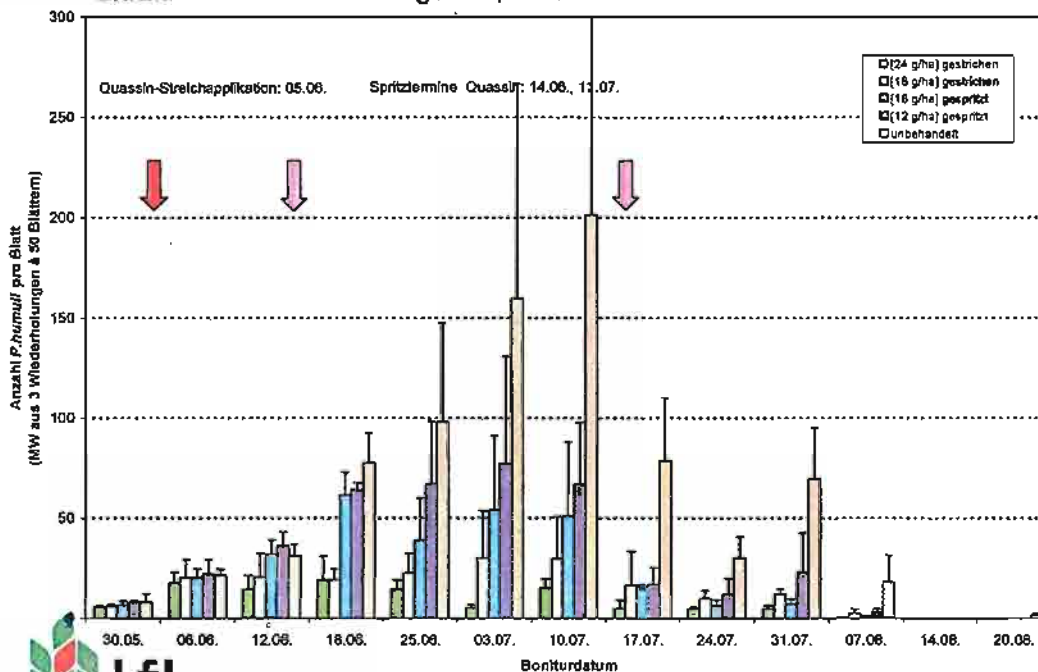


F. Weltrauch IPZ5b

Stand der Dinge

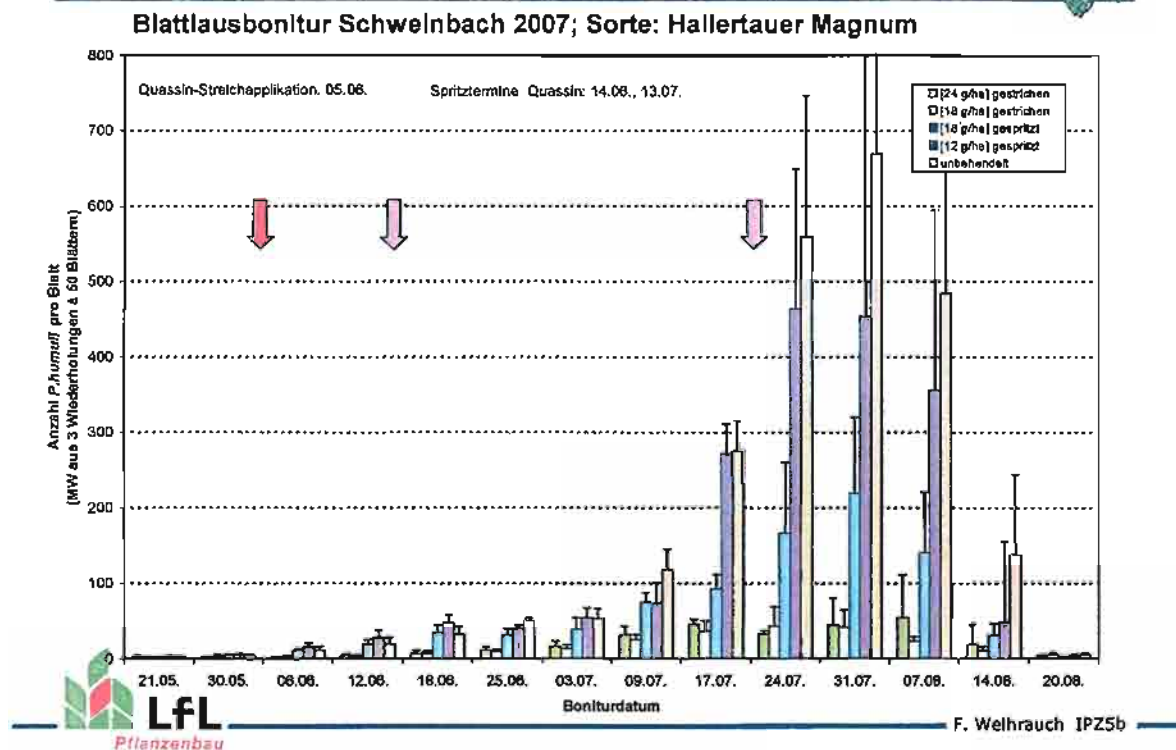


Blattlausbonitur Eichelberg 2007; Sorte: Perle

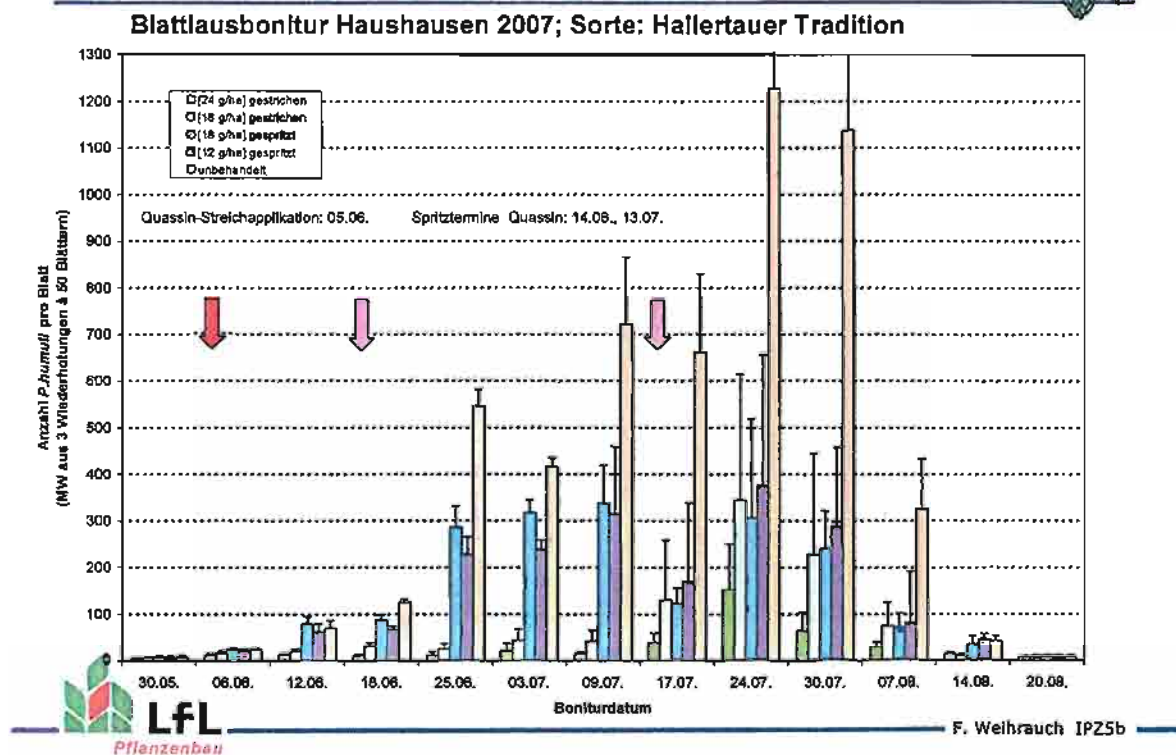


F. Weltrauch IPZ5b

Stand der Dinge



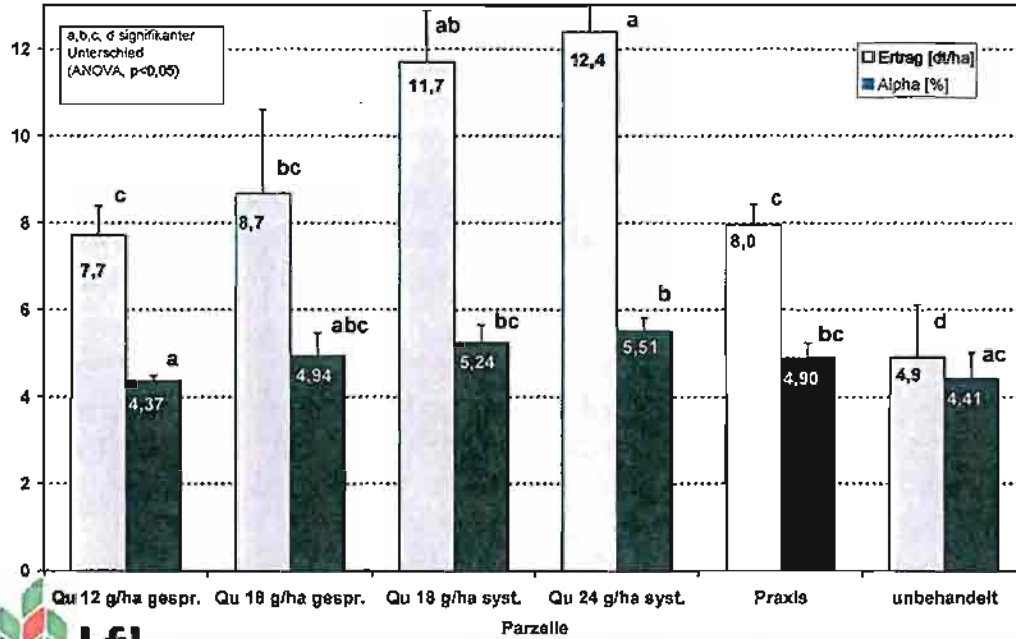
Stand der Dinge



Stand der Dinge



Versuchsernte "Leitnacker", Haushausen, 29.08.2007; Sorte: HT

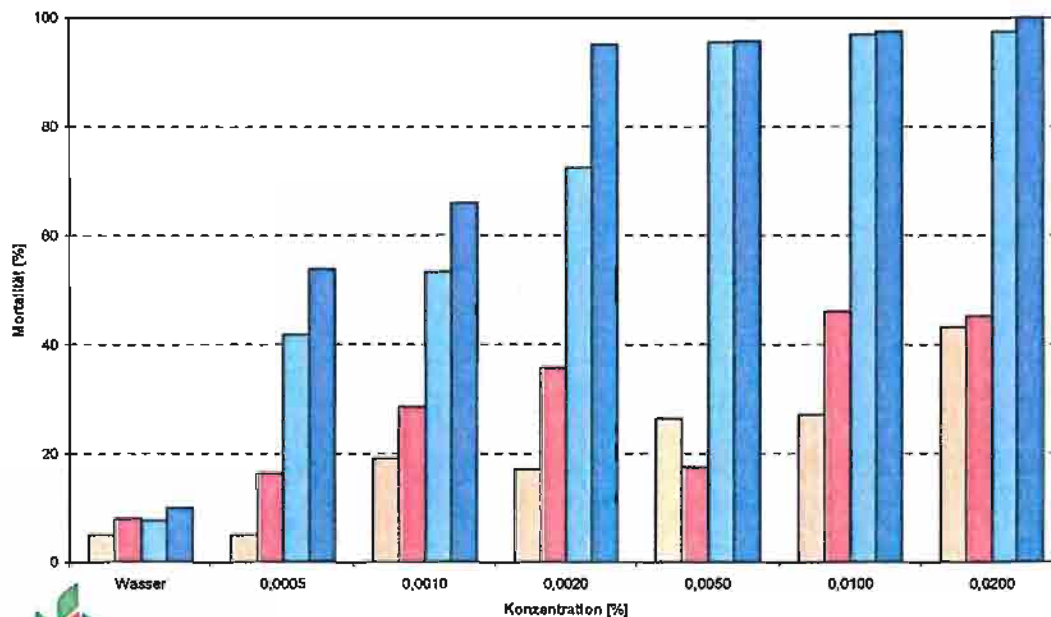


F. Weihrauch IPZ5b

Stand der Dinge



Mortalitätsraten von *Phorodon humuli* bei diversen Konzentrationen von Quassia-Extrakt-MD sieben Tage nach Applikation im Sprühturm (n = 2 Wiederholungen, August 2007)



F. Weihrauch IPZ5b

Anwendung und Potential von Quassia im ökologischen Obstbau unter Berücksichtigung der Applikationstechnik

Jutta Kienzle, FÖKO e. V.

Peter Maxin, KÖN, Jork

Jürgen Zimmer, DLR Rheinpfalz, KoGA Ahrweiler

Barbara Pfeiffer, LVWO Weinsberg

Sascha Buchleither, Beratungsdienst Ökologischer Obstbau e.V.

Harald Rank, Sächsische Landesanstalt, Pillnitz

Kontakt: Foerdergemeinschaft Oekologischer Obstbau e.V., Apfelbluetenweg 28

D-71394 Kernen, kienzle@ecofruit.net

Die Wirkung von Quassiaextrakt im Obstbau ist schon seit über 100 Jahren bekannt. Erst in den letzten Jahren erfolgte jedoch im Rahmen zweier BÖL-Projekte eine Standardisierung der Extrakte mit Bezug auf die aktiven Inhaltsstoffe und eine genauere Untersuchung der Wirkungsweise auf die Apfelsägewespe *Hoplocampa testudinea* Klug (KIENZLE et al. 2004). Während sich die aus der Literatur bekannte Wirkung als Kontakt- und vor allem als Fraßgift bei der Apfelsägewespe bestätigte, zeigte sich bei anderen Insekten eine bisher nicht bekannte systemische Wirkung (HOLASCHKE 2006). Im Obstbau gibt es erste Hinweise auf eine Wirkung auch auf andere Insekten, diese ist aber meist noch nicht ausreichend untersucht.

Bedeutung der Applikationstechnik bei der Anwendung gegen Apfelsägewespe

Die Wirkung auf die Apfelsägewespe ist stark davon abhängig, dass die schlüpfenden Larven auf dem Blütenboden Quassia aufnehmen. Dies wiederum ist von der Benetzung und damit von der Applikationstechnik abhängig. Höhere Wasseraufwandmengen führten zu einer besseren Benetzung des Blütenbodens (Abb. 1).

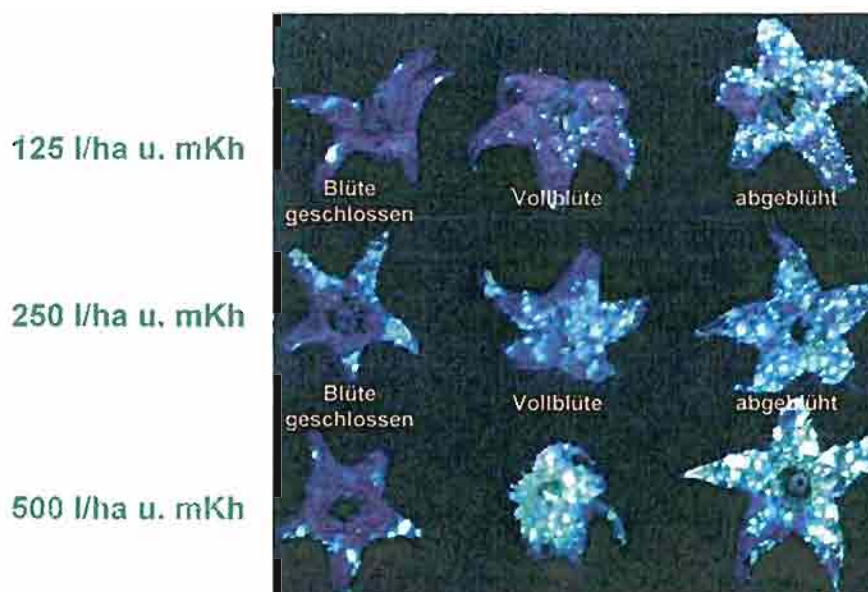


Abb. 1: Benetzung der Blüten in verschiedenen Blühstadien mit Spritzbrühe (sichtbar als fluoreszierende Substanz) bei Wasseraufwandmengen von 125, 250 und 500 l/ha und mKh

Auch im Feld zeigte sich tendenziell eine etwas bessere Wirkung bei höherer Wasseraufwandmenge (Abb. 2).

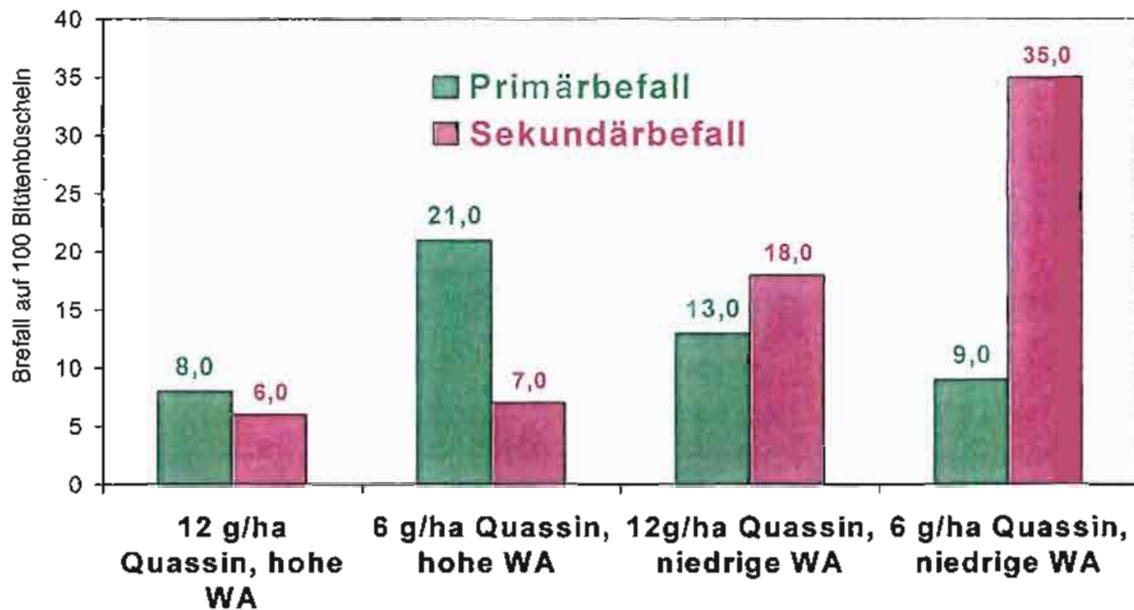


Abb. 2: Effekt verschiedener Wasseraufwandmengen auf die Wirkung von Quassiaextrakt gegen die Apfelsägewespe (hohe Wasseraufwandmenge = 1.250 l/ha, Düsen DG 05; niedrige Wasseraufwandmenge = 335 l/ha Albusz AVI80-015)

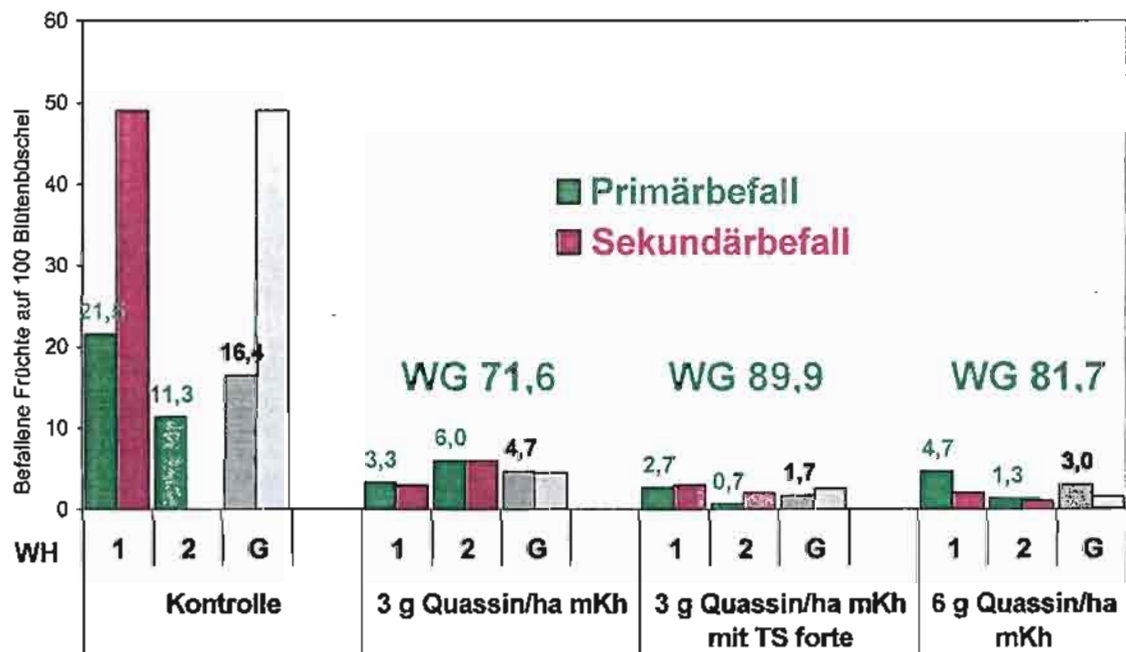


Abb. 3: Wirkung von Quassia in unterschiedlichen Aufwandmengen gegen die Apfelsägewespe bei Zusatz von Trifolio-S forte mit 5 l/ha als Netzmittel

Bei Zusatz von Netzmitteln (Trifolio-S-forte 0,25 l/ha und mKh) konnte ebenfalls eine Verbesserung der Wirkung beobachtet werden.

Die Schäden durch Apfelsägewespe können die Existenz eines Betriebes ernsthaft gefährden. Quassiaextrakt ist im Moment das einzig wirksame Verfahren gegen diesen Schädling. NeemAzal-T/S hat zwar einen Effekt auf den Sekundärbefall, den Primärbefall kann es aber nicht verhindern. Bei starkem Befallsdruck, wie er in den letzten Jahren in vielen Betrieben zu beobachten war, ist dieses Präparat daher als unterstützende Behandlung geeignet, nicht jedoch als einzige Regulierungsmaßnahme. Quassiaextrakt ist daher für den Ökologischen Obstbau ein unverzichtbares Präparat (**essential use**).

In den letzten Jahren ist die Birnensägewespe *Hoplocampa brevis* Klug vermehrt aufgetreten. Die Wirkung von Quassia schien hier nicht ausreichend und aus dem europäischen Ausland gibt es ebenfalls solche Erfahrungen. Dies sollte dringend abgeprüft werden.

Potential von Quassiaextrakt für andere Indikationen im Obstbau

Blattläuse

Die Grüne Apfelläus *Aphis pomi* De Geer ist vor allem in der Baumschule ein Problem. Hier zeigte eine Quassia-Behandlung durchaus Effekte (Abb. 4). Die Wirkung gegen die Mehligeläus *Dysaphis plantaginea* Pass. ist nach früheren Erfahrungen für eine Kontrolle nicht ausreichend. Ein Nebeneffekt der Behandlung mit Quassia-Extrakt gegen Apfelsägewespe kann aber ein **wichtiger Baustein in einem Resistenzmanagement** für Neempräparate gegen diesen Schädling sein. Zu testen außerdem noch die Wirkung gegen die Mehligeläus Birnenlaus, da an vielen Birnensorten der Einsatz von Neempräparaten nicht möglich ist.

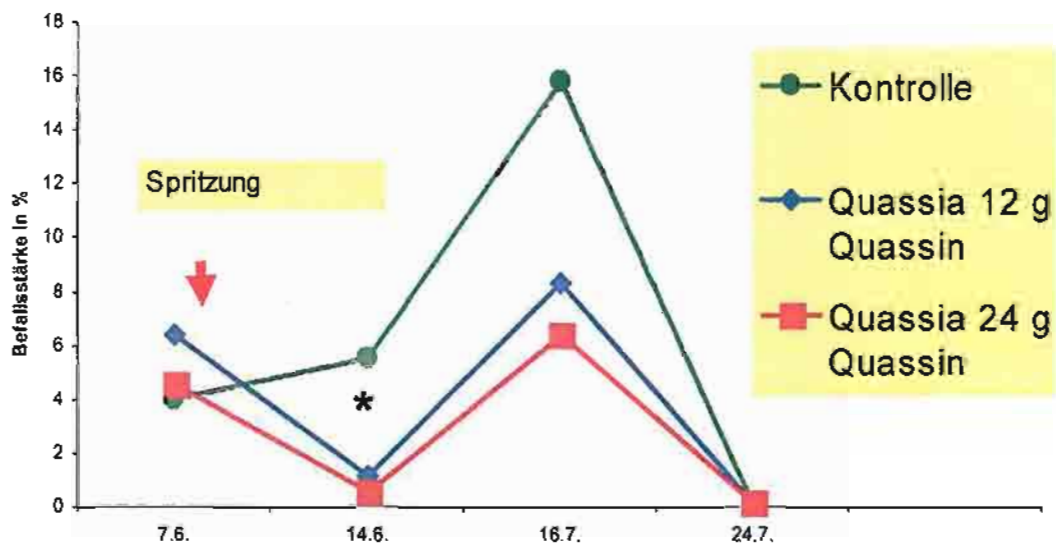


Abb.4: Verlauf des Blattlausbefalls in einer Öko-Baumschule im Jahr 2002 an einjährigen Bäumen: Vergleich verschiedener Pflanzenschutzvarianten. Ein signifikanter Unterschied zur Kontrolle (Tukey-Test $\alpha = 0,05$) ist mit einem Stern gekennzeichnet.

Kleiner Fruchtwickler

Der Kleine Fruchtwickler *Grapholita lobarzewskii* Ragonot ist vor allem in Süddeutschland lokal von Bedeutung. Die Behandlung mit Quassiaextrakt mit recht niedriger Aufwandmenge zeigte einen Wirkungsgrad von 50 bis 60 %. Dies ist für eine Regulierung nicht ausreichend, kann aber in Verbindung mit der Verwirrungsmethode zur Reduktion der Population sehr wichtig sein (KIENZLE et al. 2006).

Birnengallmücke

Die Birnengallmücke *Contarinia pyrivora* Riley kann im Birnenanbau, der in Deutschland erst in den letzten Jahren an Bedeutung gewinnt, grosse Schäden verursachen. Pyrethrumpräparate werden von den Betrieben nur sehr ungern eingesetzt. In einem ersten Versuch konnte nur eine schwache Wirkung beobachtet werden, dies ist aber noch näher zu untersuchen und zu wiederholen.

Birnblattsauger

Empfehlungen zum Einsatz von Quassia gegen diesen Schädling finden sich in der einschlägigen Literatur. Aus dem ökologischen Birnenanbau in Deutschland liegen aber im Moment wenige Erfahrungen vor, da dieser Schädling noch von recht geringer Bedeutung ist. Dies könnte sich aber mit zunehmender Ausdehnung des Birnenanbaus ändern.

Bedeutung von Quassiaextrakt für den ökologischen Obstbau

Quassiaextrakt ist für den ökologischen Obstbau ein sehr wichtiges Präparat. Es ist unverzichtbar (essential use) zur Regulierung der Apfelsägwespe, eines wirtschaftlich sehr bedeutsamen Schädling. Vor der Standardisierung galt es aufgrund schwankender Effekte als sehr unsicheres Verfahren, das für keine andere Indikation von Bedeutung war. Seit ein standardisiertes Präparat vorhanden ist, zeichnet sich ab, dass Quassia auch für andere Indikationen geeignet sein kann. Hier ist es sowohl im Rahmen eines Resistenzmanagements als auch für Indikationen, wo bisher kein oder nur ein ungeeignetes Präparat vorhanden ist, von Bedeutung. Hierzu müssen noch weiterführende Untersuchungen erfolgen.

Literatur

HOLASCHKE, M., HUA, L., BASEDOW, T., Kliche-SPORY, C. (2006): Untersuchungen zur Wirkung eines standardisierten Extraktes aus *Quassia amara* L. ex Blom auf Getreideblattläuse und ihre Antagonisten. Mitt. Ges. angew. Entomol. 15: 269–272

KIENZLE, J., ZIMMER, J., KLOPP, K., YAMADA, K., BATHON, H., TERNES, P., VOGT, H., ZEBITZ, C.P.W. (2004): Control of the apple sawfly *Hoplocampa testudinea* Klug in organic fruit-growing and possible side effects on *Aphelinus mali* Hald and other beneficial insects. In Proceedings of the 11th International Conference on Cultivation Technique and Phytopathological Problems in Organic Fruit-Growing. Weinsberg, 2004: 7–14

KIENZLE, J. BUCHLEITHER, S., SCHEER, C., ZEBITZ, C.P.W. (2005): Control of the appleseed moth *Grapholita lobarzewskii* Ragonot in organic fruit growing. In Proceedings to the 12th International Conference on Cultivation Technique and phytopathological problems in organic fruitgrowing. Weinsberg, 2006: 243–249

Danksagung

Die Autoren danken den Obstbaubetrieben, die sich an den Versuchen beteiligt haben sowie dem BMELV/der BLE für die Förderung der verschiedenen Projekte, deren Ergebnisse dargestellt wurden.

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

- Heft 120, 2003: Lesefassungen von Pflanzenschutzgesetz und Pflanzenschutzmittelverordnung. Bearbeitet von Dr. Garnet Marlen Kroos, 48 S.
- Heft 121, 2003: Untersuchungsmethoden für pflanzenparasitäre Nematodenarten, die in Deutschland von Rechtsvorschriften betroffen sind. Dr. Peter Knuth, Dr. Gerhard Lauenstein, Dr. Ulrike Ipach, Dr. Helen Braasch und Dr. Joachim Müller, 48 S.
- Heft 122, 2003: NEPTUN 2001 – Erhebung von Daten zum tatsächlichen Einsatz chemischer Pflanzenschutzmittel im Obstbau, im Hopfen und in Erdbeeren. Dr. Dietmar Roßberg, 24 S., Anhang.
- Heft 123, 2003: Pflanzenschutz im ökologischen Landbau – Probleme und Lösungsansätze. Neuntes Fachgespräch am 22. Mai 2003 in Kleinmachnow. Zur Anwendung von Schwefel als Pflanzenschutzmittel. Praxiseinsatz, Nebenwirkungen und Zulassung. Bearbeitet von PD Dr. habil. Stefan Kühne und Britta Friedrich, 44 S.
- Heft 124, 2004: NEPTUN 2003 – Erhebung der tatsächlichen Pflanzenschutzmittel-Anwendungen im Weinbau. Dr. Dietmar Roßberg, 18 S., Anhang.
- Heft 125, 2005: Anleitung zur Durchführung eines chemisch-biologischen Monitoring von Pflanzenschutzmitteln in Gewässern der Agrarlandschaft. Bearbeitet von Prof. Dr. Wilfried Pestemer, Dr. Angelika Süß, Dr. Gabriela Bischoff, Dr. Axel C. W. Mueller und Dr. Matthias Stähler, 43 S.
- Heft 126, 2005: Pflanzenschutz im ökologischen Landbau – Probleme und Lösungsansätze. Zehntes Fachgespräch am 22. Februar 2005 in Kleinmachnow. Erstellung einer Datenbank über Pflanzenstärkungsmittel für das Internet. Bearbeitet von PD Dr. habil. Stefan Kühne und Britta Friedrich, 38 S.
- Heft 127, 2005: Instructions for the Implementation of Chemical-Biological Monitoring Programs for Plant Protection Products in Agricultural Landscape Surface Waters. Bearbeitet von Prof. Dr. Wilfried Pestemer, Dr. Angelika Süß, Dr. Gabriela Bischoff, Dr. Axel C. W. Mueller und Dr. Matthias Stähler, 41 S.
- Heft 128, 2005: 1st International Symposium on Biological Control of Bacterial Diseases, Darmstadt, Germany, 23rd – 26th October 2005. Darmstadt University of Technology, Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry - Institute for Biological Control in Darmstadt, 81 S.
- Heft 129, 2006: NEPTUN 2004 Obstbau – Erhebung von Daten zur Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel. Dr. Dietmar Roßberg, 29 S., Anhang.
- Heft 130, 2006: Planung und Auswertung ein- bis dreifaktorieller Feldversuchsanlagen Feld_VA II Version 1. Dr. Eckard Moll, 77 S.
- Heft 131, 2006: Pflanzenschutz im ökologischen Landbau – Probleme und Lösungsansätze - Elfte Fachgespräch am 7. Februar 2006 in Münster. Pflanzenparasitäre Nematoden. Bearbeitet von Dr. Johannes Hallmann, 62 S.
- Heft 132, 2006: Workshop „Alternativen zum chemischen Pflanzenschutz im Ackerbau“ 23. – 24. November 2005. Bearbeitet von Birgit Schläge und Dr. Bernd Freier, 109 S.
- Heft 133, 2006: Aufgaben der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft als selbständige Bundesoberbehörde, Stand: Juli 2006. Dr. Gerhard Gündermann, 17 S.
- Heft 134, 2006: Reduktionsprogramm chemischer Pflanzenschutz. Jahresbericht 2005. Herausgeber: Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, 45 S.
- Heft 135, 2006: Anwendung von Pflanzenschutzmitteln auf Freilandflächen, die nicht landwirtschaftlich, forstwirtschaftlich oder gärtnerisch genutzt werden – die erforderliche Genehmigung, Stand: August 2006. Dr. Gerhard Gündermann, 79 S.
- Heft 136, 2006: NEPTUN 2005 – Hopfen. Statistische Erhebung zur Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in der Praxis. Dr. Dietmar Roßberg, 17 S.
- Heft 137, 2006: NEPTUN 2005 – Zuckerrüben. Statistische Erhebung zur Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in der Praxis. Dr. Dietmar Roßberg, 37 S.
- Heft 138, 2007: NEPTUN 2005 – Zierpflanzenbau. Statistische Erhebung zur Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in der Praxis. Dr. Dietmar Roßberg, 18 S.
- Heft 139, 2007: NEPTUN 2005 – Gemüsebau. Statistische Erhebung zur Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in der Praxis. Dr. Dietmar Roßberg, 66 S.
- Heft 140, 2007: NEPTUN 2006 – Weinbau. Statistische Erhebung zur Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in der Praxis. Dr. Dietmar Roßberg und Roland Ipach, 16 S.