



Entwicklung von Pflanzenschutzstrategien im ökologischen Hopfenbau als Alternativen zur Anwendung kupfer- und schwefelhaltiger Pflanzenschutzmittel

Erstellt von:

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)
Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
Arbeitsbereich Hopfen
Hüll 5 1/3, 85283 Wolznach
Tel.: +49 8442 9257-13
E-Mail: bernhard.engelhard@lfl.bayern.de
Internet: <http://www.lfl.bayern.de>

Gefördert vom Bundesministerium
für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau

Dieses Dokument ist über <http://forschung.oekolandbau.de> verfügbar.



Dieses Dokument ist in der Wissenschaftsplattform des zentralen Internetportals „Ökologischer Landbau“ archiviert und kann unter <http://www.orgprints.org/11145/> heruntergeladen werden.

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)
Vöttinger Straße 38
85354 Freising

Ausführende Stelle:

LfL, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung (IPZ)
Arbeitsbereich Hopfen (IPZ 5)
Hüll 5 1/3
85283 Wolnzach

Schlussbericht

zum Forschungsprojekt **03OE483**

**„Entwicklung von Pflanzenschutzstrategien im ökologischen Hopfenbau
als Alternativen zur Anwendung kupfer- und schwefelhaltiger Pflanzenschutzmittel“**

AZ 514 – 43.10/03OE483

01. April 2004 – 30.11.2006

Kooperationspartner: Bio-Hopfenbauern und
Bio-Erzeugerring Bayern e.V.

1 Ziele und Aufgabenstellung des Projekts

Der Ökologische Hopfenanbau nach den Produktionsrichtlinien der Bio-Verbände stellt in Deutschland und den Nachbarländern eine feste Größe dar. Da die Anforderungen an die Qualität von Öko-Hopfen seitens der Abnehmer – den Brauereien - identisch sind mit denen des konventionellen Anbaus, besteht im Schutz vor Krankheiten und Schädlingen für die Öko-Hopfenpflanzler eine besondere Herausforderung: Das Auftreten der Krankheiten „Falscher Mehltau“ (= Peronospora) und „Echter Mehltau“ schwankt je nach Witterung von Jahr zu Jahr und auch von Hopfengarten zu Hopfengarten. Generelle Bekämpfungsempfehlungen für die Anbauggebiete müssen auf die Einzellagen übertragen werden, um den Bekämpfungsumfang optimieren zu können. Die zur Verfügung stehende Palette von nicht synthetisch hergestellten Pflanzenschutzmitteln ist gering bzw. bis zum jetzigen Zeitpunkt vor allem im Hopfen nicht ausreichend geprüft. Eine zentrale Stellung in der Anwendung gegen Krankheiten nehmen kupfer- und schwefelhaltige Produkte ein, die nach umweltrelevanten Gesichtspunkten bewertet, nicht allzu günstig abschneiden.

1.1 Planung

Es waren Mittel zu prüfen,

- die im ökologischen Landbau eingesetzt werden können,
- umwelttoxikologisch unbedenklich,
- möglichst nützlingschonend und
- unter den produktionstechnischen Besonderheiten des Hopfenbaus pflanzenverträglich und biologisch wirksam sind.

Alle Freilandversuche waren in Betrieben durchzuführen, die nach anerkannten Regeln der Bio-Verbände produzieren. Dies hatte den Vorteil, dass der Einsatz der Produkte nach den Vorgaben ökologischer Richtlinien und Gesamteinschätzung durchgeführt wurde.

Es konnten zwei Bio-Hopfenbaubetriebe gewonnen werden, in denen die fachlichen und technischen Voraussetzungen zur Durchführung der Freilandversuche gegeben waren:

Norbert und Markus Eckert GbR, Färberstr. 3, 90542 Herpersdorf-Eckental
(Peronospora und Blattlaus)

Georg Prantl, Ursbach 2, 93352 Rohr
(Echter Mehltau und Blattlaus)

Die Einzelprodukte wurden in Großparzellen mit der betriebseigenen, vorher technisch überprüften Gebläsespritze ausgebracht. Die Parzellen besaßen jeweils eine Breite von sechs Hopfenreihen (Doppelreihen mit zwei Aufleitungen pro Hopfenstock) und eine Länge von mindestens 15 Stock (1,6 m Abstand in der Reihe). Die Bonituren und die Entnahme von

Ernteproben erfolgten nur im Zentrum der Parzelle, damit eine Beeinträchtigung durch Abtritt aus Nachbarparzellen ausgeschlossen werden konnte. Innerhalb der Parzellen wurden unechte Wiederholungen angelegt. Grundsätzlich wurden die Bonituren nach den Vorgaben zur amtlichen Mittelprüfung durchgeführt.

1.2 Wissenschaftlicher und technischer Stand

1.2.1 Resistenz der Hopfensorten

Von großer Bedeutung für den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln ist die Widerstandsfähigkeit von Sorten gegenüber Schadorganismen. Grundsätzlich versuchen insbesondere die Bio-Hopfenbauern, auf resistente Sorten auszuweichen. Aber auch in diesem Marktsegment müssen besondere Sortenwünsche der Brauer berücksichtigt werden. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Widerstandsfähigkeit der wichtigsten deutschen Hopfensorten. Nicht enthalten in der Übersicht, aber immer noch von Brauern gewünscht ist die Aromasorte „Hersbrucker Spät“. Diese Sorte ist wie „Hallertauer Mittelfrüh“ ebenfalls hoch anfällig gegen Falschen Mehltau (Peronospora).

Tabelle1: Übersicht über Eigenschaften wichtiger Hopfensorten

		Hopfenforschungszentrum Hüll - Zuchtsorten								
		Ertrag	Qualität			Widerstandsfähigkeit gegenüber				
		kg/ha	Aromapunkte	α -Säuren (%)	Cohumolon (%)	Vert.-Welke	Peronospora	Echtem Mehltau	Spinnmilbe	Blattlaus
Aromasorten	Hallert.Mittelfrüh	1.250	26	3-5	18-28	---	---	+	-	-
	Hallert.Tradition	1.850	26	4-7	24-30	+	++	+	--	-
	Spalter Select	1.900	26	3-6	21-27	++	++	-	+/-	+
	Perle	1.800	24	4-9	29-35	++	++	-	-	-
	Saphir	1.750	27	3-5	12-17	++	+	+	+/-	+/-
	Smaragd	1.850	26	4-6	13-18	+	++	-	+/-	+/-
	Opal	1.850	26	5-8	13-17	+	++	+	+/-	+/-
Bittersorten	Hallert.Magnum	2.000	22	11-16	21-29	++	+	---	-	---
	Hallert.Taurus	1.850	23	12-17	20-25	+	+	--	--	-
	Hallert. Merkur	2.000	22	10-14	17-22	++	+	++ (+)	-	--
	Herkules	2.700	21	12-17	32-38	+	+	+	-	+/-

Resistenz: +++ sehr gut; ++ gut bis sehr gut; + gut; --- sehr gering; -- gering bis sehr gering; - gering

Hopfenforschungszentrum Hüll : A. Lutz, H. Ehrmaier, B. Engelhard, E. Seigner

1.2.2 Prognosemodelle

Zur Bekämpfung der **Peronospora** (*Pseudoperonospora humuli*) gibt es in den deutschen Hopfenanbaugebieten ein gut funktionierendes Prognosemodell. Neben der Auswertung von Witterungsdaten werden in dieses Modell die biologischen Daten der Anzahl von Zoosporangien in der Luft (Infektionsorgane) eingearbeitet. Über Anrufbeantworter, Internet oder/und Faxmitteilung werden die Hopfenpflanzler täglich über die Infektionsgefahr informiert und erhalten den konkreten Hinweis, wann bei den Sortengruppen (stark anfällig / tolerant) eine Spritzmaßnahme notwendig ist.

Für die Bio-Hopfenbaubetriebe ist die regelmäßige Information über die Anzahl der Zoosporangien und das mögliche Erreichen der Bekämpfungsschwelle besonders wichtig, da der optimale Spritzzeitpunkt in der Regel für die möglichen Produkte bereits vor einem allgemeinen Spritzaufruf liegt.

Zur Bekämpfung des **Echten Mehltaus** (*Podosphaera macularis*) ist zur Zeit ein Prognosemodell in Erarbeitung und in der Praxiserprobung. Die Behandlungen wurden in den Versuchen bereits nach dieser Prognose (mit Sicherheitsfaktor) gespritzt.

Bei der **Hopfenblattlaus** (*Phorodon humuli*) gibt es ebenfalls Bekämpfungsschwellen zu verschiedenen Vegetationsstadien. Spätestens bei durchschnittlich 50 Blattläusen/Blatt bzw. mehr als 200 Blattläusen auf Einzelblättern ist eine Bekämpfung notwendig. Zum Zeitpunkt der Doldenbildung sollte der Hopfen ganz blattlausfrei sein.

Im Rahmen des von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt geförderten Forschungsprojektes „Verfahrensentwicklung zur Schädlingsbekämpfung in der Hopfenproduktion ohne chemische Pflanzenschutzmittel“ wurde eine Methode zur Kontrolle der **Gemeinen Spinnmilbe** (*Tetranychus urticae*) durch Leimbarrieren zur Praxisreife weiterentwickelt. Das Verfahren wird zur Bekämpfung der Gemeinen Spinnmilbe in den Öko-Hopfenbaubetrieben bereits flächendeckend eingesetzt. Das sehr wirksame Verfahren hat nur den Nachteil, dass es relativ zeitaufwändig (ca. 30-40 Arbeitsstunden/Hektar) ist.

1.2.3 Nützlichseinsatz

Im Rahmen des Forschungs- und Entwicklungsvorhabens „Integrierter Pflanzenbau im Hopfen unter Berücksichtigung von Niedrigerüstanlagen“ (BLE 1993 – 1998) und des Forschungsprojektes „Biologische Bekämpfung der Hauptschädlinge des Hopfens durch den Einsatz von Antagonisten“ (BayStMELuF 1994 – 1996) wurde die Nützlingsfauna in Hopfengärten der Hallertau erfasst. Es wurden bei diesen Erhebungen über 60 Arthropodenarten gefunden (selten bis sehr häufig vorkommend), die als potentielle Nützlinge einzustufen sind. In den Untersuchungen wurde jedoch festgestellt, dass es nicht sinnvoll ist, die Nützlinge im Labor zu züchten und in die Hopfengärten auszusetzen – die Wiederfindungsrate der freigelassenen Nützlinge war sehr gering.

In einem vom Bayerischen Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten geförderten Forschungsprojekt („Prüfung produktionstechnischer Maßnahmen für den ökologischen Hopfenbau“; 2002 – 2005) wurde geprüft, inwieweit mit speziellen Überwinterungsquartieren die Nützlinge effektiv gefördert werden können, damit sie zum Zeitpunkt des Schädlingsauftretens präsent sind und zeitgerecht die Schädlinge vermindern.

Die vielfältig vorkommenden nützlichen Arthropoden im Hopfengarten können die Schädlingspopulation reduzieren. Es gibt allerdings kein Verfahren, das eine sichere Verminderung der Hopfenschädlinge unter die Schadschwellen ermöglicht.

2. Material und Methoden

In den Vorplanungen wurde mit den deutschen Bio-Hopfenbauern, den Bio-Verbänden und dem Forschungsinstitut für biologischen Landbau e.V. abgeklärt, welche Produkte geprüft werden sollten. Neue Ideen wurden in den jährlichen Besprechungen eingebracht und, soweit möglich, in den Versuchen umgesetzt.

Zu den Methoden (Versuchsaufbau, Terminierung der Spritzzeitpunkte) wurde bereits unter Punkt 1 berichtet.

3 Versuchsdurchführung und Ergebnisse

3.1 Bekämpfung des Falschen Mehltaus (*Pseudoperonospora humuli*)

3.1.1 Versuchsüberblick

Standortbeschreibung des Versuchs-Hopfengartens

- Schlagbezeichnung: „Mus“, 1 ha
- Boden: lehmiger Sand, Ackerzahl 34, gleichmäßig, gute Wasserversorgung durch hohen Grundwasserspiegel
- Lage: eben, windgeschützt (Waldschatten)
- Hopfensorte: Hallertauer Mittelfrüher: stark anfällig

Tabelle 2: Parzelleneinteilung (2004); ergänzt durch andere Produkte 2005/2006
jede Parzelle 6 Bifänge breit, beinhaltet ca. 110 Pflanzen, 2 Wiederholungen

7 „Praxis“	7 „Praxis“	6 Kanne Brottrunk
2 Frutogard	3 unbehandelt	5 Molke
1 Funguran	4 Cuprozin flüssig	6 Kanne Brottrunk
2 Frutogard	3 unbehandelt	5 Molke
1 Funguran	4 Cuprozin flüssig	6 Kanne Brottrunk
2 Frutogard	3 unbehandelt	7 „Praxis“

Aus versuchstechnischen Gründen werden die einzelnen Varianten in einer Reihe angelegt. Es sind bis zu 11 Spritzungen notwendig; wenn die Parzellen noch in verschiedenen Reihen wären, müsste noch einmal die doppelte Anzahl an Fahrten durchgeführt werden und der Bodendruck würde dadurch noch einmal erhöht.

Tabelle 3: Geprüfte Varianten (x) in den Jahren 2004 – 2006

Produkt	2004	2005	2006
Funguran (Cu-oxychlorid)	x	x	x
Cuprozin flüssig (Cu-hydroxid)	x	x	x
DPD GFJ 52-008 (Cu-hydroxid)	-	x	x
unbehandelt	x	x	x
Frutogard (phosphithaltig)	x	-	-
„Stähler“ (phosphitfrei)	-	x	x
Kanne Brottrunk	x	-	-
Molke	x	-	-
FungEnd + Öle	-	x	x
„Praxis“ (=betriebsüblich)	x	x	x
„Praxis“ + Frutogard	-	x	-

3.1.2 Versuchsdurchführung 2004

Spritztermine und Aufwandmengen

Im ersten Versuchsjahr wurden die Spritztermine grundsätzlich nach Peronospora-Warndienst gesetzt. Der Versuchsansteller hatte jedoch die Freiheit, seine langjährigen Praxiserfahrungen einzubringen und die Termine zu variieren.

Bei der Aufwandmenge kupferhaltiger Varianten wurde im Biobetrieb darauf geachtet, dass über die gesamte Saison nicht mehr als 4,0 kg/ha Reinkupfer ausgebracht wurden.

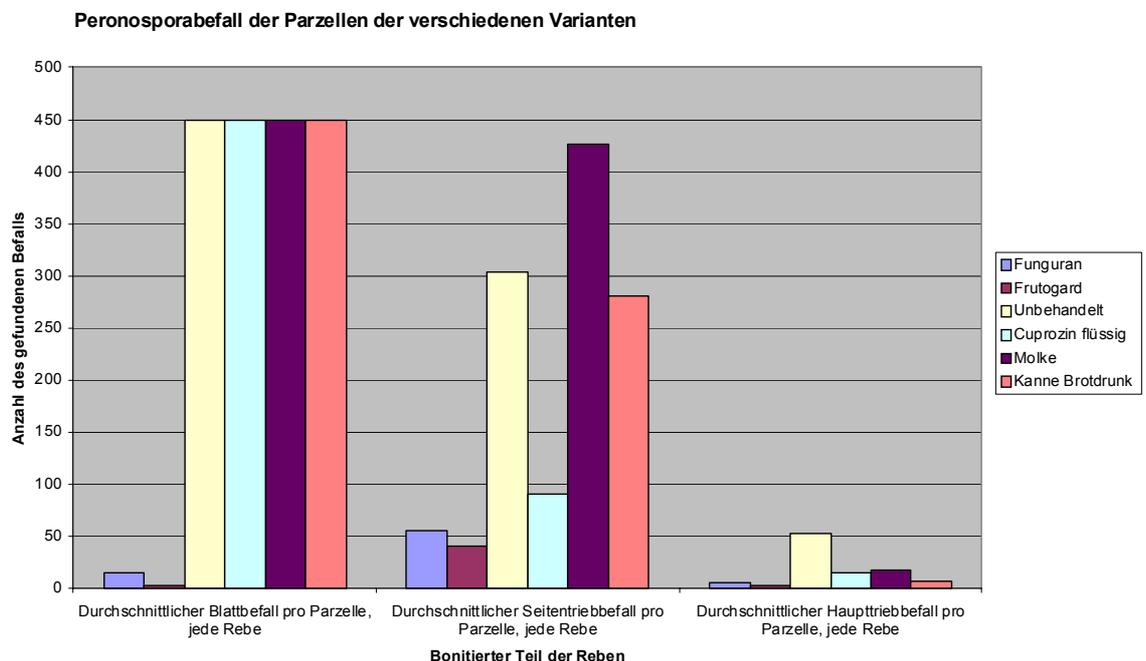
Tabelle 4: Spritztermine 2004

	Datum	BBCH	Wasser l/ha	Funguran 0,15 %ig = kg/ha	Cuprozin flüssig 0,1 %ig = l/ha	Frutogard l/ha	Molke 10 %ig = l/ha	“Kanne ” l/ha
1	18.05.	15	800	1,20	0,80	2,5	80	11,2
2	29.05.	21	850	1,27	0,85	2,5	85	12,4
3	08.06.*	39	1.200	1,80	1,20	4,0	120	16,0
4	15.06.*	39	1.400	2,10	1,40	4,0	140	20,0
* = Spritzung nach Spritzaufwurf				6,37 x 45 % = 2,87 kg Cu	4,25 l x 30 % = 1,25 kg Cu			
Summe bis 15.06.								



Bei der 3. Bonitur am 17./18.06. wurde an ca. 450 Einzelreben der nachfolgende Befall an Peronospora festgestellt:

Abbildung 1: Peronosporabefall am 18.06.2004



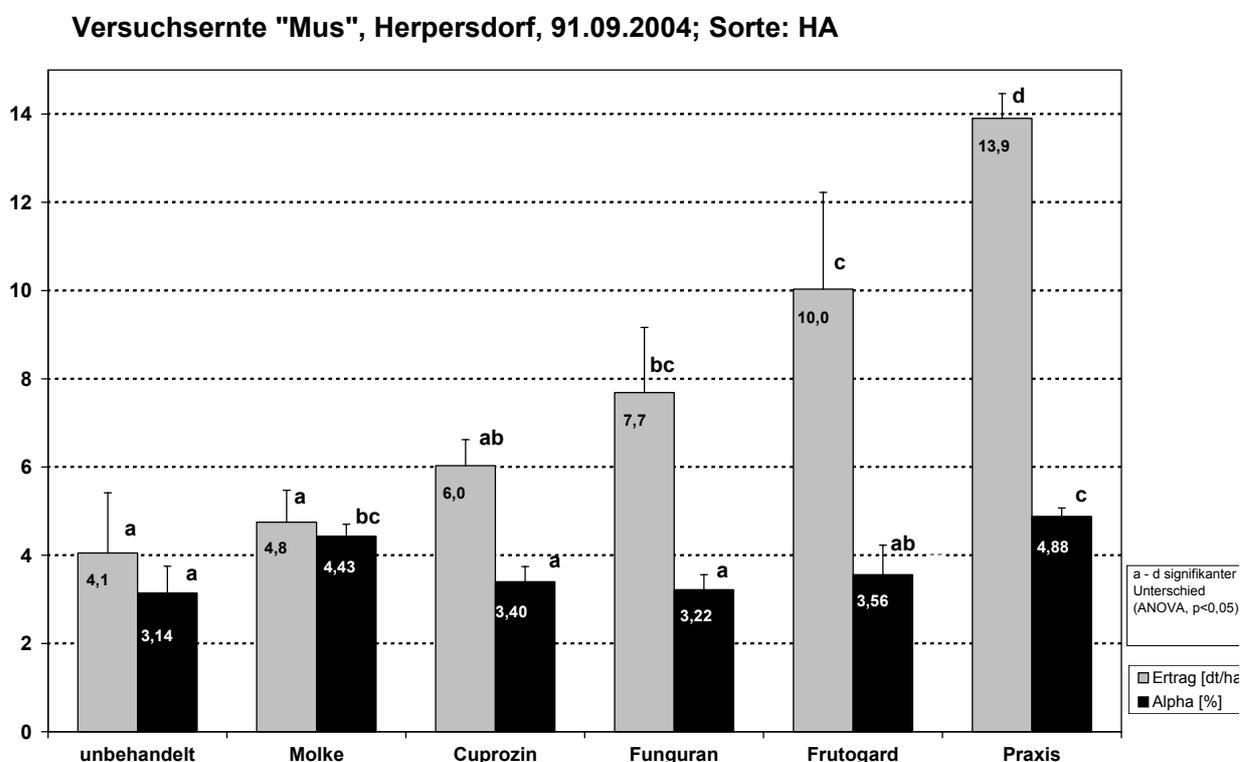
Nur Funguran, Frutogard und die (hier nicht dargestellte) Praxisvariante waren noch wenig befallen. Bei allen weiteren Varianten war der Befall so stark, dass der Versuch am 18.06. abgebrochen werden musste. Ohne Änderung der Spritzfolge hätten die Hopfenpflanzen auch in den Folgejahren noch massive Schäden gezeigt.

Als mechanische Maßnahme zur Verringerung der Neuinfektion wurden am 30.06./01.07./02.07. und am 03.07. die mit Peronospora befallenen Triebe von Hand ausgebrochen.

In der Versuchsfläche wurden folgende weitere Spritzungen durchgeführt:

- 18.06. 5 l/ha Frutogard – alle Parzellen außer „Frutogard“
- 22.06. 5 l/ha Frutogard auf alle Parzellen
- 02.07. 5 l/ha Frutogard auf alle Parzellen
- 08.07. Praxisvariante – alle Parzellen außer „Frutogard“
- 13.07. 5 l/ha Frutogard auf alle Parzellen
- 27.07. 5 l/ha Frutogard auf alle Parzellen
- 12.08. Praxisvariante – alle Parzellen außer „Frutogard“

Abbildung 2: Erträge und Alphasäuregehalte bei verschiedenen Verfahren zur Peronosporabekämpfung bis 15.06., dann einheitliche Behandlung



Pflanzenschutzmittel-Rückstandsanalysen:

In ausgewählten Varianten wurden Ernteproben auf Pflanzenschutzmittel an der Technischen Universität München-Freising (TUM), Bioanalytik Weihenstephan, Alte Akademie 10, 85350 Freising-Weihenstephan untersucht.

Ergebnisse:

- „unbehandelt“ bzw. Frutogard und Praxisvariante bis 15.06., dann
7 weitere Behandlungen mit Frutogard = 107,5 mg/kg Phosphorige Säure +
und „Praxis“-Variante = 52,8 mg/kg Kupfer
- Funguran (bis 15.06.) = 59,9 mg/kg Kupfer
- Frutogard (bis 15.06.) = 225,0 mg/kg Phosphorige Säure
- Praxisvariante (bis 15.06.) = 98,0 mg/kg Phosphorige Säure +
56,0 mg/kg Kupfer
- Cuprozin flüssig (bis 15.06.) = 58,1 mg/kg Kupfer

Bewertung 2004

Der hohe Ausgangsbefall mit Peronospora-Primärinfektion führt bei entsprechender Witterung zu sehr hohem Infektionsdruck mit Sekundärinfektion. Im Praxisanbau muss immer wieder mit hoher Primärinfektion gerechnet werden, die im Ökoanbau nur durch Ausbrechen der sogenannten „Bubiköpfe“ reduziert werden kann.

Da „Molke“ und „Kanne-Brottrunk“ keinerlei Wirkung zeigten, wurde entschieden, diese Varianten aus dem Versuchsprogramm zu nehmen.

Auch die kupferhaltigen Varianten „Funguran“ und „Cuprozin flüssig“ konnten als Kontaktfungizide den Befall nicht stoppen.

„Frutogard“ wurde eingesetzt, da zu Beginn der Versuche nicht bekannt war, dass Phosphit ein wesentlicher Bestandteil des Produktes ist. Nach der Saison wurde von den Ökoverbänden entschieden, dass deshalb das Produkt nicht für den Ökoanbau geeignet ist.

3.1.3 Versuchsdurchführung 2005

Neu in das Versuchsprogramm wurden das aus Österreich bekannte „FungEnd und Öle“ sowie ein „Pflanzenstärkungsmittel Stähler“ (garantiert phosphitfrei) aufgenommen. Das systemisch wirkende Frutogard wurde in einer Parzelle noch einmal zur Bekämpfung der Primärinfektion eingesetzt. Neu war ebenfalls das Niedrigkupferprodukt „GF J 52-008“ von DuPont.

Gesamtprogramm und Kurzcharakteristik der Produkte:

- | | |
|---------------------------------------|--|
| 1 = Pflanzenstärkungsmittel „Stähler“ | - ohne Kupfer und ohne Phosphite.
Die 2,5 %ige Konzentration war zu hoch und führte zu Blattverätzungen. |
| 2 = FungEnd + Öle | - zu diesem Produkt wurde über gute Ergebnisse im Wein- und Hopfenbau aus Österreich berichtet.
Angenehmer Geruch nach Thymian.
Wurde mit einer Konzentration nach Vorgaben des Herstellers angewendet. |
| 3 = unbehandelt | - „Bubiköpfe“ (Primärinfektion) wurden wie in allen anderen Varianten dreimal von Hand ausgebrochen (Mai/Anfang Juni) |
| 4 = Funguran | - 756 g Kupferoxychlorid/kg (= 45 % Cu) im Hopfen zugelassenes, kupferhaltiges Standardpräparat. |
| 5 = DuPont (GFJ 52-008) | - Entwicklungsprodukt von DuPont mit 30 % Cu/kg in Form von Kupferhydroxid.
Schlechte Lösungseigenschaften im Wasser; fettige Schicht in der Spritze und schwierige Reinigung der Spritze; unangenehmer Geruch. |
| 6 = Cuprozin flüssig | - 30 % Cu/l in Form von Kupferhydroxid |
| 7 = Praxis | - die betriebseigene Mischung besteht aus Kupferoxychlorid, Schwefel, Hersbrucker Gesteinsmehl und EMO; die Konzentration stellt sicher, dass über die Saison nicht mehr als 4 kg Cu/ha ausgebracht werden. |
| 8 = Praxis plus Frutogard | - wie Variante 7, nur zusätzlich zur Bekämpfung der Primärinfektion zu den ersten drei Behandlungen Frutogard (phosphithaltig). Behandlung 4-8 wie Variante 7. Die Wirkung von Frutogard auf die Primärinfektion war nicht ganz befriedigend. Auch nach der 3. Behandlung gab es noch Bubiköpfe. |

Die **Spritztermine** in Tabelle 5 (1. Spritzung am 20.05. bis 8. Spritzung am 09.08.) gelten für alle Varianten. Zusätzlich wurde auf der gesamten Versuchsfläche am 15.04. eine Impfung

des Bodens mit „Kanne Fermentgetreide“, „effektiven Mikroorganismen“ und einem „Hersbrucker Gesteinsmehl“ vorgenommen.

Peronospora Primärinfektion war auch 2005 über die gesamte Versuchsfläche in großem Umfang zu finden. Es mussten deshalb über alle Versuchsvarianten im Mai und Juni dreimal die infizierten Triebe („Bubiköpfe“) und Blätter von Hand ausgebrochen werden.

Nach der dritten Behandlung kam eine 3-wöchige Schönwetterperiode, welche die Primärinfektion voll abstoppte – die Infektionen vertrockneten. Ohne diesen natürlichen Einfluss wäre die Infektion mit Sicherheit noch höher gewesen. Ein Abbruch in verschiedenen Versuchsvarianten wäre sonst auch 2005 nicht auszuschließen gewesen.

Um einen Überblick zu bekommen über die tatsächlich ausgebrachten Kupfermengen sind in Tabelle 5 die entsprechenden Versuchsvarianten zusammengefasst:

Tabelle 5: Spritztermine und tatsächlich ausgebrachte Kupfermengen in den kupferhaltigen Varianten:

Spritzung	Datum	BBCH	Wassermenge Liter/ha	kg bzw. Liter Produkt			
				Funguran	DuPont	Cuprozin flüssig	Betrieb
1.	20.05.	15	800	1,20	4,00	1,44	Mischung mit weiteren Mitteln
2.	30.05.*	19-21	1100	1,76	3,52	1,76	
3.	08.06.	35	1250	2,08	4,17	2,08	
4.	23.06.	37	1400	2,60	4,00	2,40	
5.	04.07.	39	1600	2,80	4,00	2,40	
6.	15.07.*	55	1600	2,80	4,00	2,40	
7.	26.07.*	65	2000	3,20	4,80	3,20	
8.	09.08.*	71	2000	3,20	4,80	3,20	
Summe Produkt				19,64	33,29	18,88	
Summe Cu/ha				8,83	9,99	5,66	4,00
Cu % zu Funguran				100 %	113 %	64 %	45 %



* = Spritzung nach Spritzaufruf

Bei den tatsächlichen Aufwandmengen gab es größere Abweichungen zu den zugelassenen (Funguran) bzw. von den Firmen vorgegebenen Aufwandmengen

Tabelle 6: Cu/ha nach Vorgaben

Vorgaben je Spritzung	Funguran	DuPont	Cuprozin flüssig
BBCH bis 37	4,00 kg	2,40 kg	1,60 l
BBCH bis 55	5,90 kg	3,60 kg	2,35 l
BBCH > 55	8,80 kg	5,40 kg	3,50 l
Summe Produkt bei acht Spritzungen (4x, 2x, 2x)	45,40 kg	27,60 kg	18,10 kg
Cu/ha	20,43 kg	8,28 kg	5,43 kg
Cu % zu Funguran	100 %	41 %	27 %



Grundsätzlich wurden bei Funguran auf Grund betrieblicher Erfahrungen während der gesamten Vegetationsperiode deutlich niedrigere Mengen pro Spritzung ausgebracht als durch die Zulassung vorgegeben. Beim GF J 52-008-Produkt wurden zu Saisonbeginn stark überhöhte, später niedrigere Werte ausgebracht als vorgegeben. Bei Cuprozin flüssig stimmten Aufwand und Vorgabe im Wesentlichen überein.

Bonitur und Ernteergebnisse sind in den Tabellen 7 und 8 dargestellt.

Tabelle 7: Peronosporabekämpfung im Öko-Hopfenbau 2005, Sorte HA, Herpersdorf.
Befallene Pflanzenteile während der Saison (jeweils 20 Aufleitungen im Zentrum der Parzelle).

Ifd.Nr.	Variante	02.06.2006			16.06.2006		
		Blätter	Seiten- triebe	Haupt- triebe	Blätter	Seiten- triebe	Haupt- triebe
1	„Stähler“	4	44	2	-	2	0
2	FungEnd + Öle	3	26	2	-	1	1
3	unbehandelt	31	111	7	-	5	4
4	GF J 52-008	14	34	4	-	2	2
5	Cuprozin flüssig	6	22	3	-	3	2
6	Funguran	10	56	3	-	2	1
7	Praxis	-	-	-	-	-	-
8	Praxis + Frutogard	11	41	2	-	0	0



Tabelle 8: Peronosporabekämpfung im Öko-Hopfenbau 2005, Sorte HA, Herpersdorf.
Ernteergebnisse, Bonituren an getrockneten Dolden.

Lfd. Nr.	Variante	Ertrag		Alpha-säuren		kranke Dolden		gewogenes Mittel**	500 Dolden	
		[kg/ha]	rel.*	[%]	rel.*	[%]	rel.*		Gewicht [g]	Volumen [ml]
1	„Stähler“	5.300	75	3,61	85	49,40	69	2,073	34,15	1300
2	FungEnd +Öle	9.000	127	3,93	93	42,85	60	1,939	40,13	1475
3	unbehandelt	7.100	100	4,23	100	71,80	100	2,706	39,96	1375
4	GF J 52-008	11.500	162	4,46	105	1,05	1	1,015	48,11	1700
5	Cuprozin fl.	11.700	165	4,50	106	2,35	3	1,030	47,63	1700
6	Funguran	10.200	144	4,11	97	2,65	4	1,046	44,92	1500
7	Praxis	10.900	154	4,59	108	5,15	7	1,075	44,50	1550
8	Praxis + Frutogard	12.100	170	4,09	97	2,75	4	1,037	40,74	1425

* = relativ zu unbehandelt

** = (gesunde Dolden + schwacher Befall x 2 + mittlerer Befall x 3 + starker Befall x 4):
: Dolden gesamt; Wert bis 1,1 = sehr gut



Bewertung:

Das „Stähler“-Produkt führte bei vorgegebener Konzentration zu Blattverätzungen. Die Wirkung konnte somit nicht immer sicher bonitiert werden. Grundsätzlich war während der Saison die Wirkung zufriedenstellend.

„FungEnd + Öle“ zeigte während der Saison gute bis sehr gute Werte.

Für „Stähler“ und „FungEnd + Öle“ wurden mit größter Wahrscheinlichkeit die Spritzungen zu früh beendet. Nach dem 09.08. bestand noch großer Infektionsdruck, so dass der Schutz bis zur Ernte bei diesen Produkten nicht ausreichte. Eine weitere Spritzung wäre dringend notwendig gewesen.

Die kupferhaltigen Varianten brachten sehr gute Ergebnisse. Das Erntegut aus allen Varianten konnte ohne Qualitätsverlust vermarktet werden. Auch die bei „Funguran“ im Vergleich zur Gebrauchsanweisung um über 50 % geringere Aufwandmenge brachte sehr gute Ergebnisse.

Pflanzenschutzmittel-Rückstandsuntersuchungen zu ausgewählten Varianten brachten folgende Ergebnisse:

unbehandelt = 8,1 ppm Cu

Funguran = 289,0 ppm Cu

GF J 52-008 = 182,0 ppm Cu

Cuprozin flüssig = 165,0 ppm Cu

Praxis + Frutogard = 198,0 ppm Cu + 6,6 ppm (Nachweisgrenze 5,0 ppm) Phosphorige Säure

Konsequenzen aus 2005

Versuchsprogramm unverändert weiterführen (Ausnahme Frutogard).

3.1.4 Versuchsdurchführung 2006

Im dritten Versuchsjahr wurden die Varianten von 2005 unverändert weiter getestet. Nur die Primärinfektionsbekämpfung mit Frutogard wurde eingestellt. Es waren somit nur Produkte im Versuch, die nach positiver Prüfung auch im Öko-Hopfenbau eingesetzt werden könnten.

Tabelle 9: Spritztermine und tatsächlich ausgebrachte Kupfermengen in den kupferhaltigen Varianten 2006

Spritzung	Datum	BBCH	Wassermenge Liter/ha	kg bzw. Liter Produkt			Betrieb
				Fungu- ran	GF-J52- 008	Cuprozin fl.	
1.	19.05.	19	400	0,80	0,60	0,40	Mischung mit weiteren Mitteln
2.	21.06.	37-38	1400	2,80	2,10	1,40	
3.	01.07.	39	1600	3,20	2,40	1,60	
4.	10.07.*	51	1800	3,60	2,70	1,80	
5.	08.08.*	71	2000	4,00	3,00	2,00	
6.	19.08.*	75	2200	4,40	3,30	2,20	
7.	25.08.*	79	2500	5,00	3,75	2,50	
			Summe Produkt	23,80	17,85	11,90	
			Summe „Cu“/ha	10,71	5,35	3,57	4,00
			Cu % zu Funguran	100 %	50 %	33 %	37 %



* = Spritzung nach Spritzaufwurf

Die Gesamtaufwandmenge von 23,80 kg Funguran pro Hektar übersteigt im Versuch die zugelassene Aufwandmenge. Die ersten drei Spritzungen wurden trotzdem ausgebracht, um zu diesem Zeitpunkt einen vorbeugenden Schutz gegen die Primärinfektion zu erhalten. In der Praxis werden (auch im konventionellen Betrieben) keine sieben Behandlungen mit Funguran durchgeführt. Um die Wirksamkeit eines bestimmten Produktes zu testen, ist eine durchgehende Spritzfolge mit dem selben Produkt notwendig.

Mit den vorgegebenen Konzentrationen bei GF-J52-008 (0,1 %ig) und Cuprozin fl. (0,15 %) waren deutliche Einsparungen an Rein-Kupfer gegeben.

Die weiteren Prüfprodukte „Stähler“ und „FungEnd + Öle“ wurden zusätzlich am 08.06. und 20.07. behandelt; insgesamt somit neun Behandlungen.

Tabelle 10: Mit Peronospora befallene Pflanzenteile am 26.06.2006 an 40 markierten Reben pro Variante

	„Stähler“	FungEnd + Öle	unbehandelt	GF J52-008	Cuprozin fl.	Funguran	Praxis
Blattbefall	25	17	24	16	0	0	9
Seitentriebe	49	15	46	33	4	10	20
Haupttriebe	3	2	10	0	0	5	0

Die Spritzungen und eine Hitzeperiode im Juli brachten den Befall zum Erliegen. Dauerhafte Niederschläge im August führten dann zu sehr starkem Infektionsdruck. Diese Infektionen brachten eine deutliche, lehrbuchhafte Differenzierung zwischen den Versuchsvarianten:

- in „unbehandelt“ sind am 08. August deutliche Peronosporainfektionen vorhanden
- 19. August: In „unbehandelt“, „Stähler“ und „FungEnd + Öle“ ist ein Großteil der Hopfenpflanzen deutlich mit Peronospora befallen. In den Parzellen „Cuprozin flüssig“ und „GFJ52-008“ sind erste Infektionen zu sehen.
- 25. August: In der ersten Gruppe der Versuchsvarianten sind die Hopfendolden bereits unbrauchbar. In der zweiten Gruppe sind die Doldenblätter teilweise braun verfärbt. „Funguran“ hat leichten Befall; die „Praxis“-Variante“ ist noch stabil.

Die Versuchsernte in allen Varianten erfolgte am 05. September 2006.

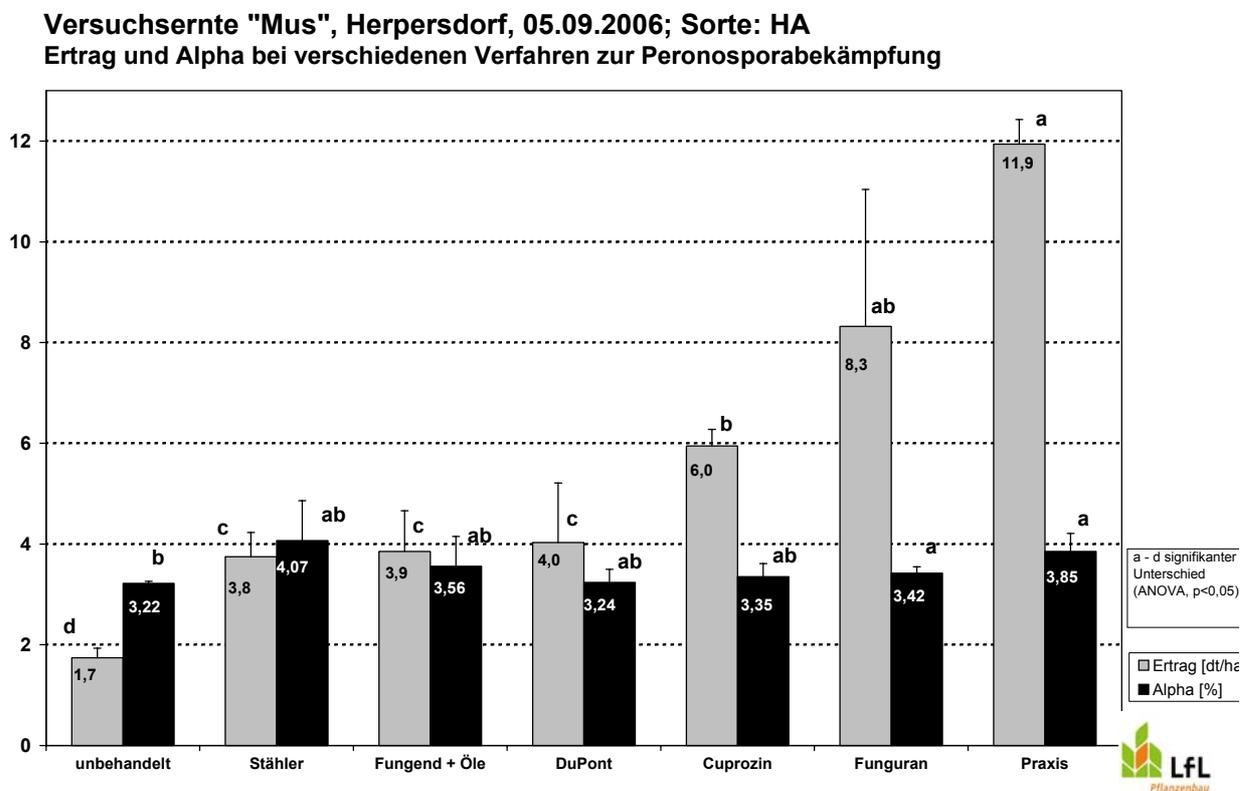
Tabelle 11: Peronosporabekämpfung im Öko-Hopfenbau 2006, Sorte HA, Herpersdorf. Ernteergebnisse, Bonituren an getrockneten Dolden

Lfd. Nr.	Variante	Ertrag		Alphasäuren		kranke Dolden		gewogenes Mittel **	500 Dolden	
		kg/ha	rel.*	%	rel.*	%	rel.*		Gewicht in g	Volumen ml
1	„Stähler“	374	215	4,1	128	90	93	3,41	29,2	1050
2	FungEnd+Öle	385	221	3,6	112	87	90	3,33	27,9	1025
3	unbehandelt	174	100	3,2	100	97	100	3,83	23,3	800
4	GFJ52-008	403	232	3,2	100	86	89	3,34	26,6	1000
5	Cuprozin fl.	595	342	3,3	103	70	72	2,60	33,9	1275
6	Funguran	831	478	3,4	106	25	26	1,48	33,7	1350
7	Praxis	1194	686	3,9	122	13	13	1,24	37,1	1425

* = relativ zu unbehandelt

** = siehe Tabelle 8, Seite 13

Abbildung 3: Peronosporabekämpfung im Öko-Hopfenbau 2006



Die Analysen auf **Rückstände** von Kupfer im Ernteprodukt brachten folgende Ergebnisse:

Funguran = 376 mg/kg
 GFJ52-008 = 237 mg/kg
 Cuprozin fl. = 343 mg/kg
 Praxis = 498 mg/kg

Bewertung 2006

Auch im dritten Versuchsjahr bleibt die Erkenntnis, dass die nicht kupferhaltigen Versuchsvarianten bei anfälligen Sorten, z.B. Hallertauer Mittelfrüher, keine ausreichende Wirkung bringen.

Bei den kupferhaltigen Präparaten mit Kupferhydroxid war die Konzentration zu niedrig angesetzt. In einem weiteren Versuch im konventionellen Anbau zeigte sich die gleiche Tendenz. Hier müssen noch Tests mit höheren Aufwandmengen erfolgen.

3.2 Bekämpfung des Echten Mehltaus (*Podospheera macularis*, früher *Sphaerotheca humuli*)

3.2.1 Versuchsüberblick

Der Versuch zur Bekämpfung des Echten Mehltaus wurde auf dem Öko-Betrieb Prantl, Ursbach, Anbaugebiet Hallertau angelegt.

2004 in einem Hopfengarten der Sorte Perle; 2005 und 2006 in der Sorte Hallertauer Tradition. Auf dem Betrieb Prantl sind dies die Sorten, die noch am ehesten von Mehltau befallen werden können.

Tabelle 12: Geprüfte Varianten in den Jahren 2004 – 2006

Produkt	Aufwand	2004	2005	2006
Kaliumbicarbonat + Micula (Haftmittel)	1 %ig + 0,1 %ig	x	x	x
Molkepulver	4 %	x	x	x
unbehandelt	-	x	x	x
reacre (injiziert/gestrichen)	1,44 ml/Rebe	x	x	x
Netzschwefel	0,375 %ig	x	x	x

Der Hopfenbestand der Versuchsfläche war überwiegend gleichmäßig. Leichte Unterschiede im Bestand wurden durch eine vierfache Wiederholung der einzelnen Präparate nochmals ausgeglichen.

„reacre“ wurde jeweils als Erstes von den Präparaten ausgebracht. 2004 wurde die Substanz in die Rebe injiziert, 2005 und 2006 an die Rebe gestrichen.

Die Versuchspräparate Kaliumbicarbonat + Micula (Haftmittel), Sprüh-Molkepulver und Netzschwefel wurden nach dem vorläufigen Mehltauproggnosemodell Hüll (Fünfer-Modell) angewendet. Die Ausbringung wurde mit einer herkömmlichen Gebläsespritze mit Turbodropdüsen (Standardbestückung) vorgenommen. Die Wassermenge und die Windgeschwindigkeit wurden dem Bestand angepasst.

Der Bestand wurde im Abstand von 7-10 Tagen regelmäßig kontrolliert.

3.2.2 Ergebnis

Es wurden im Versuchszeitraum 2004 – 2006 auch in den unbehandelten Parzellen keine Mehltauinfektionen gefunden. Eine Auswertung hinsichtlich der Wirkung der Versuchsvarianten auf Mehltaubefall war in den drei Jahren nicht möglich.

Auch in den konventionell wirtschaftenden Betrieben der Hallertau war in diesen drei Jahren nur ganz vereinzelt Echter Mehltau festgestellt worden.

Die Testung von Kaliumbicarbonat wird im Rahmen der Mittelprüfung durch die Arbeitsgruppe „Pflanzenschutz im Hopfen“ der LfL noch fortgeführt.

Positive Ergebnisse werden den Ökobetrieben unverzüglich bekannt gegeben.

3.3 Bekämpfung der Hopfenblattlaus (*Phorodon humuli*)

Die Hopfenblattlaus befällt in jedem Jahr jeden Hopfengarten – allerdings zu unterschiedlichen Terminen (Zuflugsbeginn – Zuflugsende) und in unterschiedlicher Stärke. Wie aus der Sortenübersicht von Seite 3 zu entnehmen ist, hat Spalter Select (SE) die beste und Hallertauer Magnum (HM) die geringste Widerstandsfähigkeit. HM wird in Öko-Hopfenbaubetrieben auch aus diesem Grund nicht angebaut.

Die praktische Bekämpfung der Hopfenblattlaus war zu Beginn des Projektes (neben Peronospora) das wichtigste Problemgebiet bei Pflanzenschutzmaßnahmen in Öko-Hopfenbaubetrieben.

3.3.1 Versuchsüberblick

Standortbeschreibung

a) Betrieb Norbert und Markus Eckert GbR, Herpersdorf

- Versuchsgarten 2004 - 2006
- Schlagbezeichnung Flöz, 1 ha
- Boden: sandiger Lehm, Ackerzahl 41
leicht wechselnde Bodenqualität
- Hopfensorte: Perle (PE); durchschnittliche Blattlausanfälligkeit

b) Betrieb Prantl, Ursbach

- Versuchsgärten 2004: Höllhopfen lang; 1,2 ha, Sorte Hersbrucker Spät
Holzhopfen; 1,0 ha, Sorte Spalter Select
- Versuchsgarten 2005 und 2006: Grainacker, Sorte Perle

Tabelle 13: Geprüfte Varianten 2004 – 2006

Nr	Produkt	„Flöz“			„Höllhopfen“	„Grainacker“		
		2004	2005	2006	2004	2004	2005	2006
5	Spruzit Neu gespritzt	x	x	x	x	x		
1	Quassia Extrakt gespritzt	x	x	x		x		
3	unbehandelt	x	x	x	x	x	x	x
4	NeemAzal + T/S forte gespritzt	x	x	x	x			
2	Quassia Extrakt + Schmierseife gespritzt		x					
10	NeemAzal + T/S forte gestrichen	x	x	x	x		x	x
6	TRF – 12 g/ha Quassin gestrichen	(x)	x	x	x		x	x
7	TRF – 24 g/ha Quassin gestrichen		x	x			x	x
8	TRF – 36 g/ha Quassin gestrichen	x	x	x			x	x
9	Rapsöl – gestrichen, unverdünnt		x					

Aufwandmengen und Kurzbeschreibung der geprüften Varianten:

- 1 = Quassiaholz gemahlen – gespritzt; 4,5 kg Holz – entspricht etwa 12 g Quassin/ha
 - eigene Zubereitung; auch nach Pflanzenschutzgesetz mögliche Variante
- 2 = Quassiaholz gemahlen plus Schmierseife – gespritzt; etwa 12 g Quassin/ha
 - Schmierseife soll die Verteilung, Haftung und Aufnahme verbessern.
 Zu verschiedenen Varianten im Öko-Anbau üblich
- 3 = Unbehandelt
 - Im Unterschied zu 2004 war der Zuflug von Aphisfliegen 2005 nur auf einem sehr niedrigen Niveau. Auch die Vermehrung auf der Wirtspflanze war gering. Gegen Ende der Saison ging der Besatz auch in unbehandelt gegen Null. 2006 war der Zuflug am Standort „Flöz“ extrem hoch. Die Hitzeperiode im Juli brachte die Population dann zum absterben.
- 4 = NeemAzal T/S + T/S forte.
 - gespritzt; 3 l/ha NeemAzal T/S + 3,5 l/ha T/S forte
 - ein in vielen Kulturen geprüfetes Produkt
- 5 = Spruzit Neu
 - gespritzt; 9 l/ha; Hersteller empfiehlt 6-12 l/ha
 - 2004 war die Wirkung unbefriedigend. Weitere Prüfungen waren notwendig.
- 6 = TRF-002 - 12 g/ha Quassin – gestrichen
- 7 = TRF-002 - 24 g/ha Quassin – gestrichen
- 8 = TRF-002 - 36 g/ha Quassin – gestrichen
 - TRF-002 (Fertigprodukt aus Quassiaholz mit definierter Konzentration) hat 2005 überraschend als Streichbehandlung eine sehr gute Wirkung gezeigt. Der Wirkstoff, mit einem Pinsel an die Hopfenrebe gestrichen, muss systemisch in den Gipfelbereich transportiert werden.
- 9 = Rapsöl - gestrichen; unverdünnt
 - Die Produkte zur Streichbehandlung werden in Rapsöl gelöst. Es wurde deshalb geprüft, ob das Lösungsmittel selbst bereits Wirkung zeigt.
- 10 = NeemAzaal T/S + T/S forte
 - gestrichen; 3 l/ha NeemAzal T/S + 3,5 l/ha T/S forte
 Wenn Quassin systemisch transportiert wird, könnte dies auch für Azadirachtin gelten. Eine Prüfung ist auf jeden Fall gerechtfertigt.

Grundsätzlich haben Streichbehandlungen den Vorteil, dass sie sehr punktuell und somit umweltfreundlich ausgebracht werden können. Da die geprüften Produkte keine selektive Wirkung auf Blattläuse haben, wäre dieses Applikationsverfahren für die Nützlingspopulation von sehr großem Vorteil. Der höhere Arbeitsaufwand ist zu akzeptieren und wird teilweise bei sehr systemischen Wirkstoffen auch im konventionellen Hopfenbau praktiziert.

Durchführung der Blattlausbonitur:

In jeder Variante wurden an Hopfenreben im Zentrum der Parzellen

je 25 Blätter von der Spitze

13 Blätter aus der Mitte und

12 Blätter in Augenhöhe von der Rebe entnommen

und die Aphisfliegen und ungeflügelten Blattläuse gezählt. Bis 50 Tiere wurde gezählt, über 50 wurde die Anzahl geschätzt.

Jede Variante wurde mit vier Wiederholungen angelegt und ausgewertet.

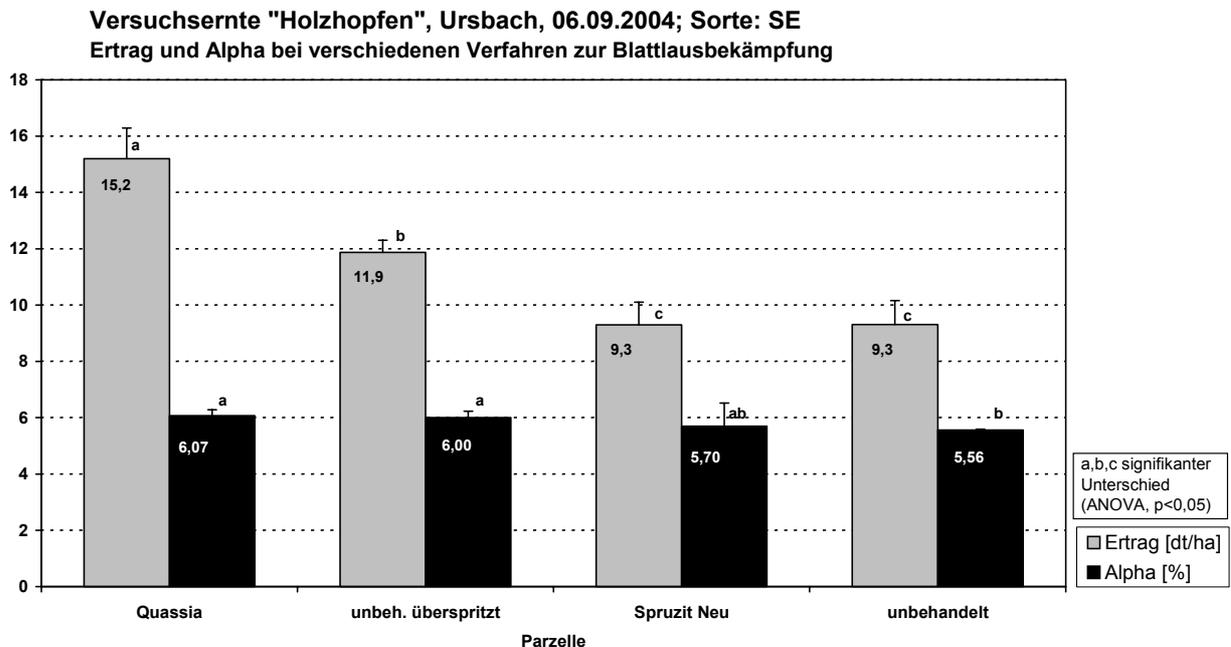
3.3.2 Versuchsdurchführung und Ergebnisse 2004

Standorte „Holzhopfen“ und „Höllhopfen“

Die Ergebnisse der zwei Standorte am Betrieb Prantl sind wie folgt zu beschreiben:

- Quassia gespritzt brachte an zwei Standorten gute Wirkungsgrade.
- TRF-002 gestrichen in einer Konzentration von 12 g Quassia/ha zeigte an einem Standort eingesetzt praktisch keine Wirkung.
- NeemAzal T/S gestrichen und gespritzt war nicht zufriedenstellend (an einem Standort eingesetzt).
- Spruzit Neu war an beiden Standorten unbefriedigend.

Abbildung 4: Blattlausbekämpfung 2004; Standort Ursbach, Sorte Spalter Select

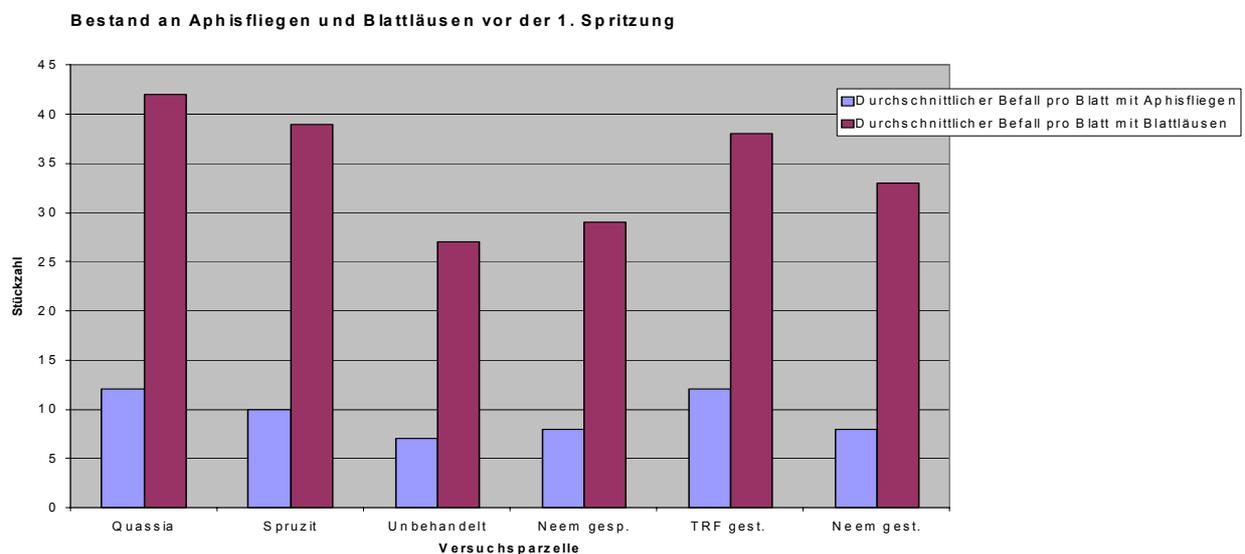


Da im konventionellen Hopfenbau mit dem Anstreichen des Wirkstoffes (bzw. des Produktes) an die Rebe schon mit verschiedenen Mitteln gute bis ausgezeichnete Erfolge erzielt wurden, waren die Ergebnisse der Streichvarianten in den Versuchen sehr enttäuschend.

Standort „Flöz“

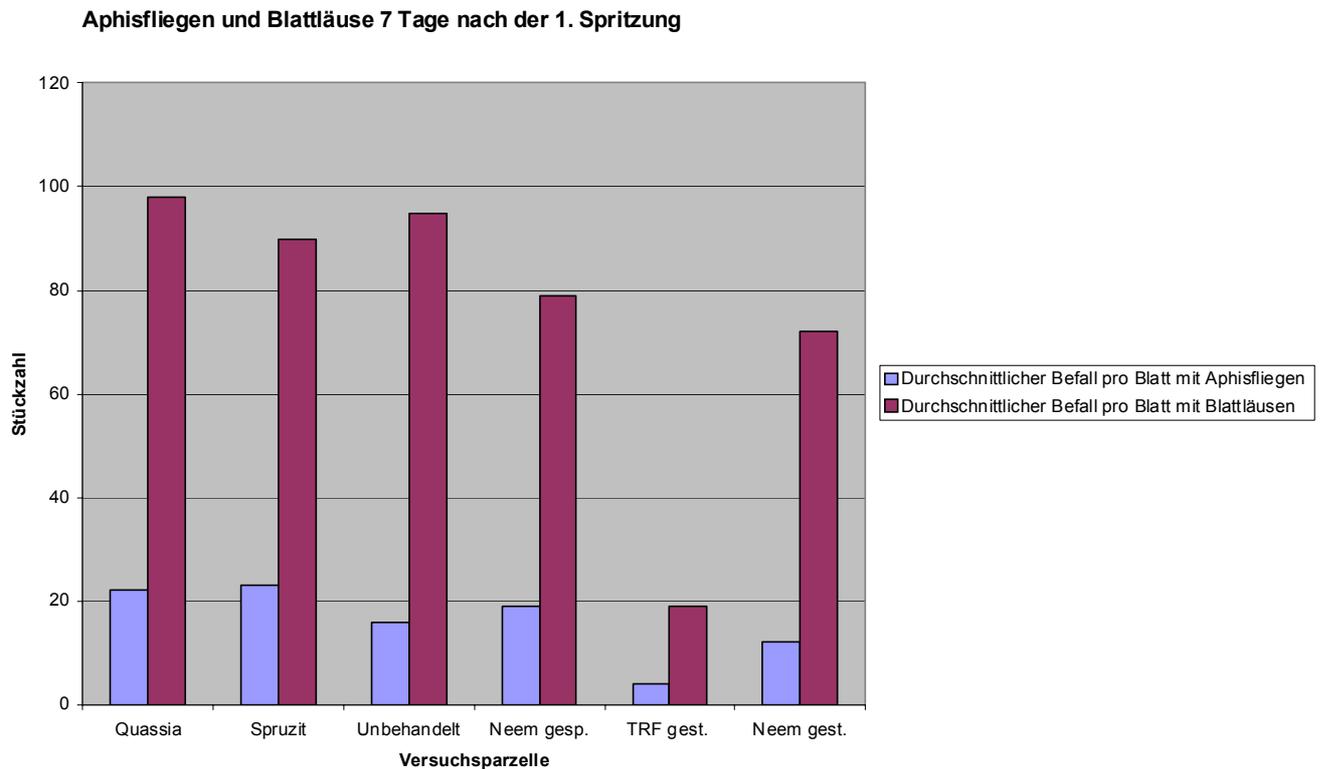
Durch regelmäßige Kontrollen muss der Zuflug der Blattlaus (Aphisfliegen) festgestellt werden. Spätestens wenn die daraus entstehende Population von ungeflügelten Blattläusen 50 Individuen pro Blatt erreicht hat, ist die Bekämpfungsschwelle erreicht.

Abbildung 5: Bonitur Aphisfliegen und Blattläuse am 07.06.2004, vor der Behandlung



Der hohe Bestand an Aphisfliegen ließ erwarten, dass die Population sich sehr schnell aufbauen würde. Die Bekämpfung am 08.06.2006 war deshalb dringend geboten.

Die eingesetzten Produkte wurden in Konzentrationen wie unter 3.3.1 „Aufwandmengen und Kurzbeschreibung“ ausgebracht.

Abbildung 6: Bonitur Aphisfliegen und Blattläuse 7 Tage nach der 1. Behandlung

Bereits bei der Auszählung am dritten Tag nach der Spritzung deutete sich an, dass die Spritzvarianten wenig bzw. keine Wirkung zeigten, die gestrichenen Behandlungen überraschend gute Wirkung in kurzer Zeit auch in den oberen Regionen der Reben brachten. Die Spritzvarianten brachten 14 Tage nach der Behandlung einen Wirkungsgrad von ca. 50 bzw. 40 %.

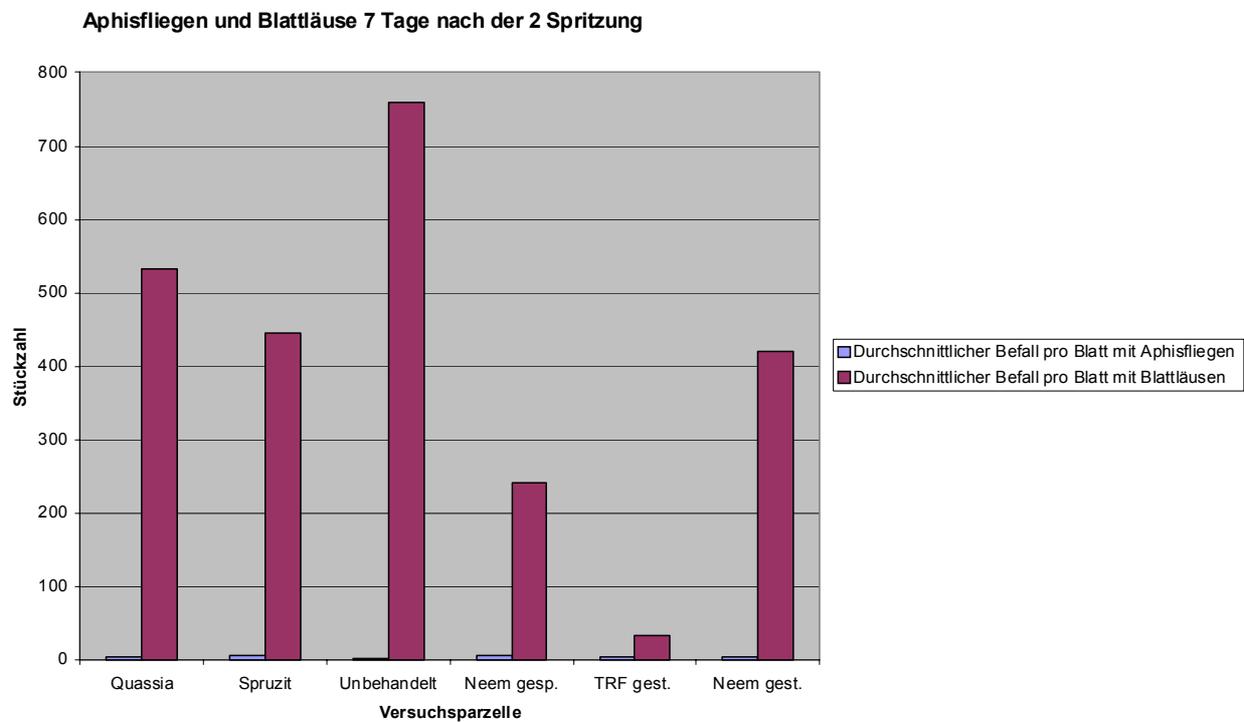
Quassia „gestrichen“ hatte 90 %; Neem-Azal „gestrichen“ einen Wirkungsgrad von 80 %.

Bei den Streichvarianten wurde das Produkt mit einem Pinsel in ca. 1 m Höhe an die Reben gestrichen. Wie im ersten Zwischenbericht ausgeführt, wurde in der Variante „TRF-002 gestrichen“ eine Wirkstoffmenge von 45 g Quassin/ha ausgebracht. Ursprünglich war für diese Variante auch nur ein Aufwand von 12 g Quassin/ha vorgesehen. Durch einen Umrechnungsfehler in Kombination mit der Verdünnungssubstanz wurde die deutlich höhere Wirkstoffmenge ausgebracht. Während am Standort „Höllhopfen“ keinerlei Wirkung festgestellt werden konnte, gab es hier bereits nach wenigen Tagen eine deutliche Reduzierung der Blattläuse.

Es wurde somit erstmals der Nachweis geführt, dass Quassin von der Pflanze in den Leitungsbahnen nach oben transportiert wird.

Bei der zweiten Behandlung, die wegen des insgesamt hohen Blattlausdruckes notwendig wurde, wurde die Variante „TRF-002 gestrichen“ nicht mehr behandelt.

Abbildung 7: Bonitur Aphisfliegen und Blattläuse 7 Tage nach der 2. Behandlung



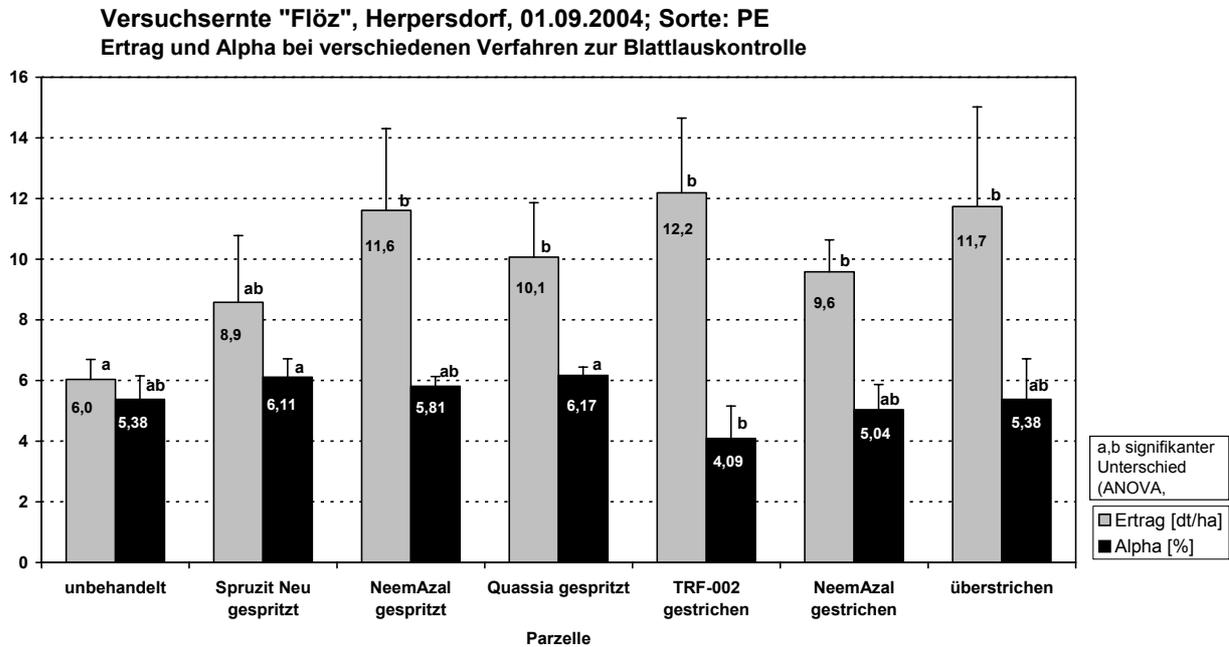
Zur Schadensbegrenzung wurden alle Reben im Versuchsgarten am 06.07.2004 mit TRF-002 in dreifacher Konzentration (36 g Quassin) bestrichen. Nur im Zentrum jeder Parzelle wurden zur Ertragsermittlung je 2 x 10 Reben nicht mehr behandelt. Die Ertrags- und Alphasäureenergebnisse beziehen sich somit auf eine

- einmalige Behandlung bei TRF-002 gestrichen und
- zweimalige Behandlung bei den übrigen Varianten.

Die Produktkosten pro Hektar zur Blattlausbekämpfung betragen 2004 am Standort „Flöz“ für

Spruzit Neu	190,-- €
NeemAzal T/S gespritzt	384,-- €
NeemAzal T/S gestrichen	390,-- €
Quassia gespritzt	406,-- €
TRF-002 gestrichen	771,--

Abbildung 8: Blattlausbekämpfung 2004, Standort Herpersdorf, Sorte Perle



Bewertung der Ergebnisse 2004 und Konsequenzen

In den drei durchgeführten Versuchen wurden sehr unterschiedliche Ergebnisse erzielt.

Interessant und überraschend war die z.T. sehr gute Wirkung durch „Streichvarianten“. Bisher war dieser Effekt nur von synthetischen systemisch wirkenden Wirkstoffen bekannt. Alle Produkte werden 2005 weiter geprüft. In den Streichvarianten ist die Aufwandmenge ausführlicher zu testen.

3.3.3 Versuchsdurchführung und Ergebnisse 2005

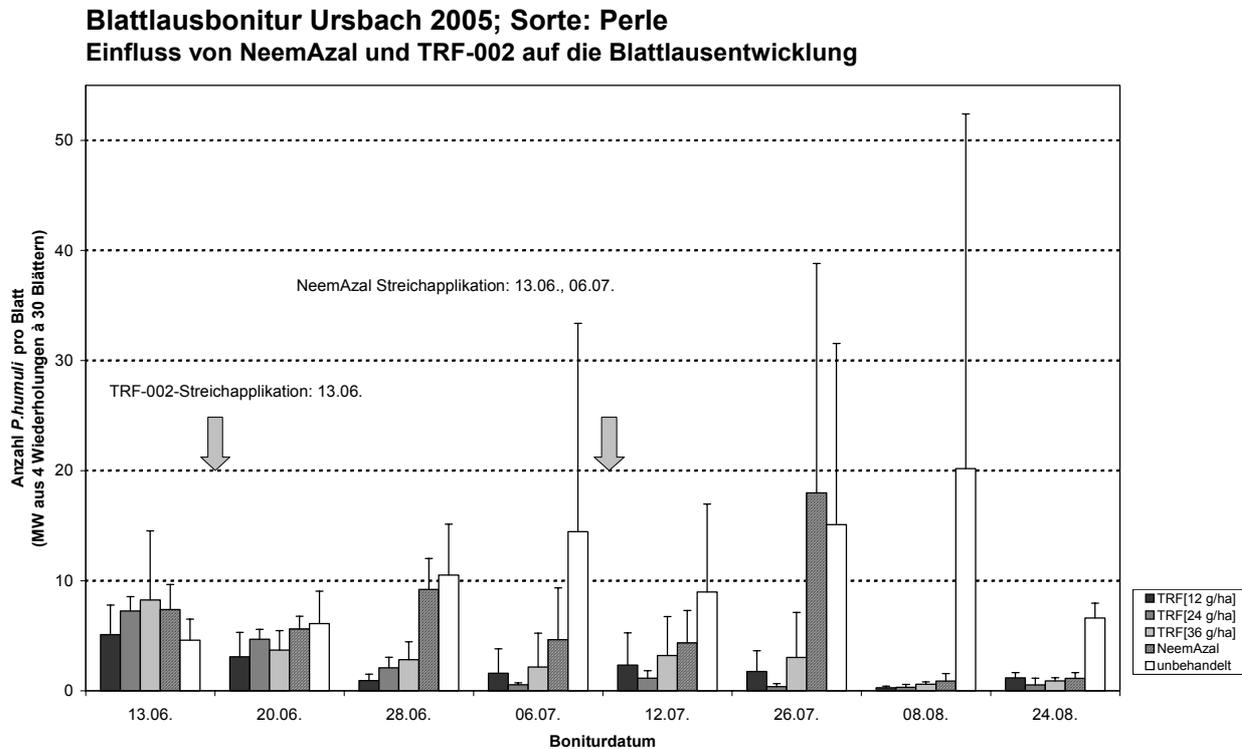
Standort „Grainacker“

Die Versuchsvarianten 1 bis 3 wurden am 13.06., die Variante 4 am 13.06. und 06.07.2005 mit den Produkten in der vorgesehenen Aufwandmenge behandelt.

In diesem Versuch wurde der Einfluss des Quassia-Präparates TRF-002 in drei verschiedenen Konzentrationen sowie von NeemAzal T/S auf die Entwicklung der Hopfenblattlaus bei systemischer Anwendung geprüft. TRF-002 wurde in der bei Spritzapplikation empfohlenen Aufwandmenge von 12 g Quassin pro Hektar sowie bei der doppelten und dreifachen Menge

bei jeweils einer Behandlung geprüft, NeemAzal T/S wurde 1:1 mit T/S forte gemischt und zweimal im Abstand von etwa drei Wochen ausgebracht.

Abbildung 9: Blattlausbonituren Ursbach 2005; Sorte: Perle



Das Jahr war generell durch extrem schwachen Blattlausdruck geprägt, so dass auch in unbehandelten Kontrollparzellen kein Schaden entstand. Auffällig war vor allem, dass in allen drei Quassia-Varianten die bei Neem und der unbehandelten Kontrolle regelmäßig auftretenden, hohen Ausreißerzahlen einzelner Reben verhindert wurden und hier kontinuierlich homogen niedrige Blattlauszahlen unter fünf Tieren pro Blatt zu verzeichnen waren. Bei der abschließenden Versuchsernte konnten allerdings sowohl beim Ertrag als auch bei den Alpha-Säuren in keinem Fall statistisch signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Versuchsgliedern ermittelt werden. Lediglich bei der Doldenbonitur des Erntegutes schnitt die unbehandelte Kontrolle beim Befall deutlich schlechter ab.

Abbildung 10: Blattlausbekämpfung 2005, Standort Ursbach, Sorte Perle

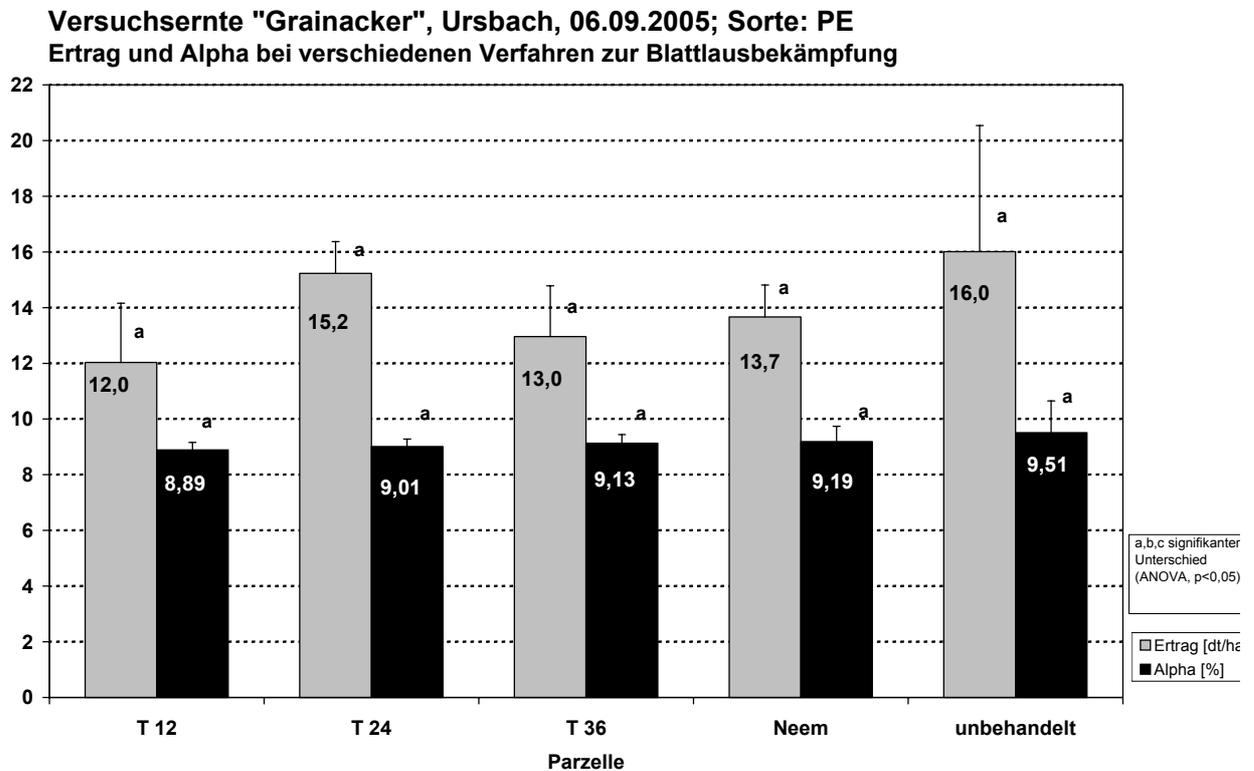


Tabelle 14: Ursbach 2005, Bonituren an getrockneten Dolden (n = 500); Durchschnitt von vier Wiederholungen

Variante	krankte Dolden [%]	gewogenes Mittel*	Gewicht [g]	Volumen [ml]
TRF-002 – 12 g	9,50	1,110	52,13	1825
TRF-002 – 24 g	10,00	1,121	53,35	1825
TRF-002 – 36 g	14,40	1,194	54,17	1875
NeemAzal T/S	12,70	1,177	57,94	2075
unbehandelt	28,75	1,390	58,93	2125

* (gesunde Dolden + schwacher Befall x 2 + mittlerer Befall x 3 + starker Befall x 4):

Dolden gesamt. Bis 1,1 sehr gut, bei höheren Werten Qualitätsabzüge

Standort „Flöz“

Behandlungstermin: 17.06.05

Tabelle 15: Bonitierungsergebnisse Blattlausversuch 2005

Durchschnittliche Anzahl Blattläuse pro Blatt; je Parzelle 12 Blätter unten, 13 Blätter Mitte, 25 Blätter oberer Bereich der Hopfenrebe

Variante	Vorbonitur 16.06.05	1. Bonitur 21.06.05	2. Bonitur 06.07.05	3. Bonitur 11.07.05	21.07. und 22.08.05
1 Quassia	39	27,9	8,2	7,5	Blattlaus- besatz
2 Quassia + Schmierseife	32	30,1	4,0	2,6	
3 unbehandelt	25	29,9	9,0	7,0	in
4 NeemAzal T/S gespritzt	34	31,7	5,0	4,0	allen Varianten gegen Null
5 Spruzit Neu	36	30,4	6,2	3,7	
6 TRF-002 12 g	22	20,5	2,0	2,1	
7 TRF-002 24 g	26	20,0	2,4	2,0	
8 TRF-002 36 g	27	21,6	1,6	5,0	
9 Rapsöl	31	26,5	16,0	12,1	
10 NeemAzal T/S gestrichen	42	24,4	9,9	6,8	

Der am Standort "Grainacker" beschriebene niedrige Blattlausdruck 2005 ist (obwohl 150 km entfernt) auch auf den Standort „Flöz“ übertragbar.

Da zum Zeitpunkt der Ernte in keiner Variante Blattläuse im nennenswerten Umfang vorhanden waren, wurde auf eine parzellenbezogene Ernte verzichtet. Ertragsausfälle waren nicht erkennbar.

Bewertung der Ergebnisse 2005 und Konsequenzen

Bei insgesamt geringem Blattlausbesatz wurden folgende Trends erkennbar:

- Die Wirkung von Quassia wird durch Schmierseife deutlich verbessert.
- Rapsöl solo gestrichen bringt keine Wirkung. Rapsöl ist Verdünnungsmedium bei Streichverfahren.
- NeemAzal T/S bringt in der Spritzvariante leicht bessere Werte; insgesamt jedoch nur im mittleren Wirkungsbereich.
- Spruzit Neu konnte nicht überzeugen.
- TRF-002 brachte die beste Wirkung, wobei bei dem geringen Besatz bereits die niedrigste Aufwandmenge gute Wirkung brachte.

2004 war die höhere Aufwandmenge notwendig.

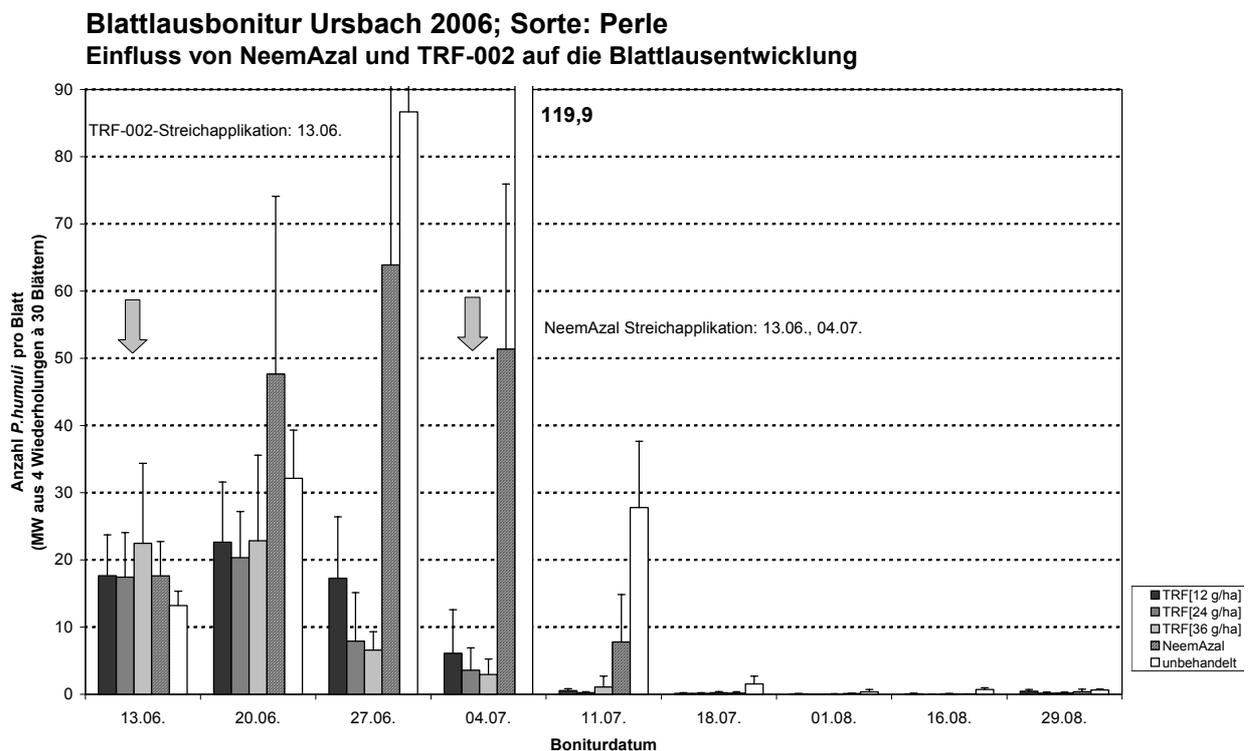
Die Versuche sollen, mit Ausnahme „Rapsöl solo gestrichen“, unverändert weitergeführt werden.

3.3.4 Versuchsdurchführung und Ergebnisse 2006

Standort „Grainacker“

TRF-002 wurde wieder nur einmal gestrichen, NeemAzal T/S zweimal.

Abbildung 11: Blattlausbekämpfung 2006, Standort Ursbach, Sorte Perle

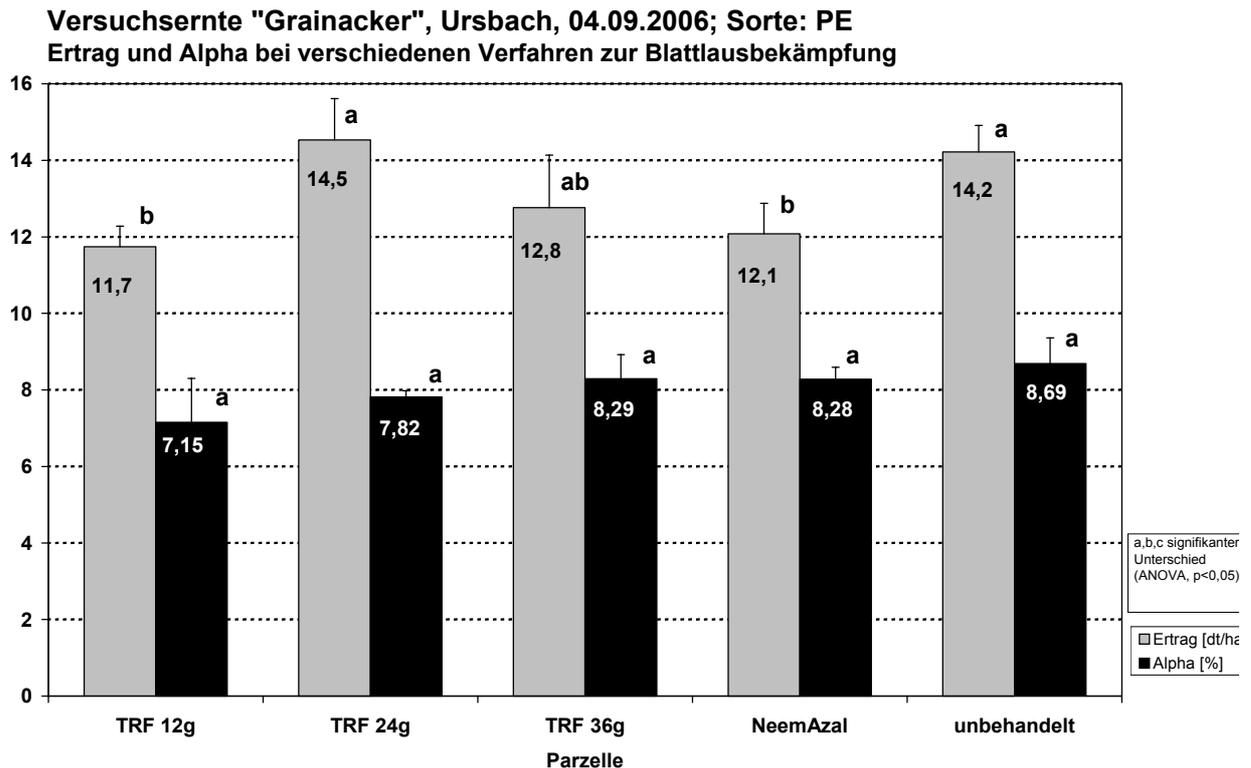


Die Boniturergebnisse zeigen einen für heiße Sommer (fast) typischen Verlauf: Nach dem Zuflug der Aphisfliegen gibt es zunächst einen langsamen Aufbau der Population; es folgt ein schneller Anstieg innerhalb von zwei Wochen (20.06. bis 04.07.), dann bricht die Population innerhalb kurzer Zeit zusammen. Der Zeitpunkt des Zusammenbruchs ist im wesentlichen abhängig vom Ernährungszustand der Hopfenpflanzen und der Wasserversorgung. Ist die Nährstoffversorgung, insbesondere bei Stickstoff, niedrig und die Wasserversorgung gering, nimmt der Turgordruck ab und die Ernährung der Blattläuse wird eingestellt – sie verhungern.

Die TRF-002-Varianten brachten sehr gute Ergebnisse. NeemAzal T/S fiel im Vergleich dazu ab – die Wirkung war absolut nicht zufriedenstellend.

Der Blattlausbesatz hat bei dieser Befallsstärke bis 120 Blattläuse/Blatt Anfang Juli noch keinen Einfluss auf Ertrag und Qualität ausgeübt. Auch beim Doldengewicht und Doldenvolumen gibt es zwischen den Varianten keine statistisch gesicherten Unterschiede.

Abbildung 12: Blattlausbekämpfung 2006, Standort Ursbach, Sorte Perle



Standort „Flöz“

Alle vorgesehenen Varianten konnten nach Plan in den vorgesehenen Aufwandmengen geprüft werden.

Behandlungstermine (Aufwandmengen siehe Seite 17):

1. Spritzung und „Streichen“ am 16.06.2006.
2. Spritzung mit jeweils voller Aufwandmenge am 26.06.2006
 in den „Streichvarianten“ wurde **nur** NeemAzal ein zweites Mal behandelt

Der Zuflug der geflügelten Aphisfliegen begann relativ spät Ende Mai. Im Juni war der Besatz mit Aphisfliegen in allen Varianten sehr gleichmäßig bei fünf Tieren pro Blatt. Bereits Anfang Juli

endete der Zuflug, so dass bei erfolgreicher Bekämpfung zu diesem Zeitpunkt keine weitere Besiedelung zu erwarten ist.

Tabelle 16: Entwicklung der Blattlauspopulation 2006

(Anzahl Blattläuse auf 50 Blätter – 25 oben, 13 Mitte, 12 unten);

Standort „Flöz“, Herpersdorf, Sorte Perle

Versuchs-Variante	16.06.06 Tag vor 1. Spritzung	20.06.06 4 Tage nach 1. Spritzung	30.06.06 4 Tage nach 2. Spritzung	04.07.06 10 Tage nach 2. Spritzung	1 3 Wochen 2. Spritzu
unbehandelt	50	70	73	111	120
Spritzvarianten:					
NeemAzal	55	84	86	165	148
Spruzit Neu	68	80	69	52	117
Quassia	29	43	14	26	10
Quassia plus Schmierseife	40	32	11	7	3
Streichvarianten:					
NeemAzal	45	84	42	97	151
TRF 12g	44	76	24	49	23
TRF 24g	40	51	28	14	4
TRF 36g	32	43	42	8	10

Die Bekämpfungsschwelle im konventionellen Hopfenbau liegt bei 70 – 100 Blattläusen pro Blatt. Im Öko-Hopfenbau muss bereits etwas früher begonnen werden, damit bei einer eventuell verzögerten Wirkung noch rechtzeitig gegengesteuert werden kann. Der Behandlungstermin lag somit im optimalen Zeitfenster.

Bei der Beurteilung der Befallswerte ist zu berücksichtigen, dass die „TRF-002“-Varianten nur einmal behandelt wurden. Die zusätzliche Praxisvariante „Quassia plus Schmierseife“ brachte in der Wirkung noch einmal eine Verbesserung.

Insgesamt bringt die Differenzierung zwischen den Varianten einen optimalen Vergleich der Wirkungen, der auch den Trend der dreijährigen Versuchsserie widerspiegelt.

Abbildung 14: Blattlausbekämpfung 2006, Standort Flöz, Sorte Perle

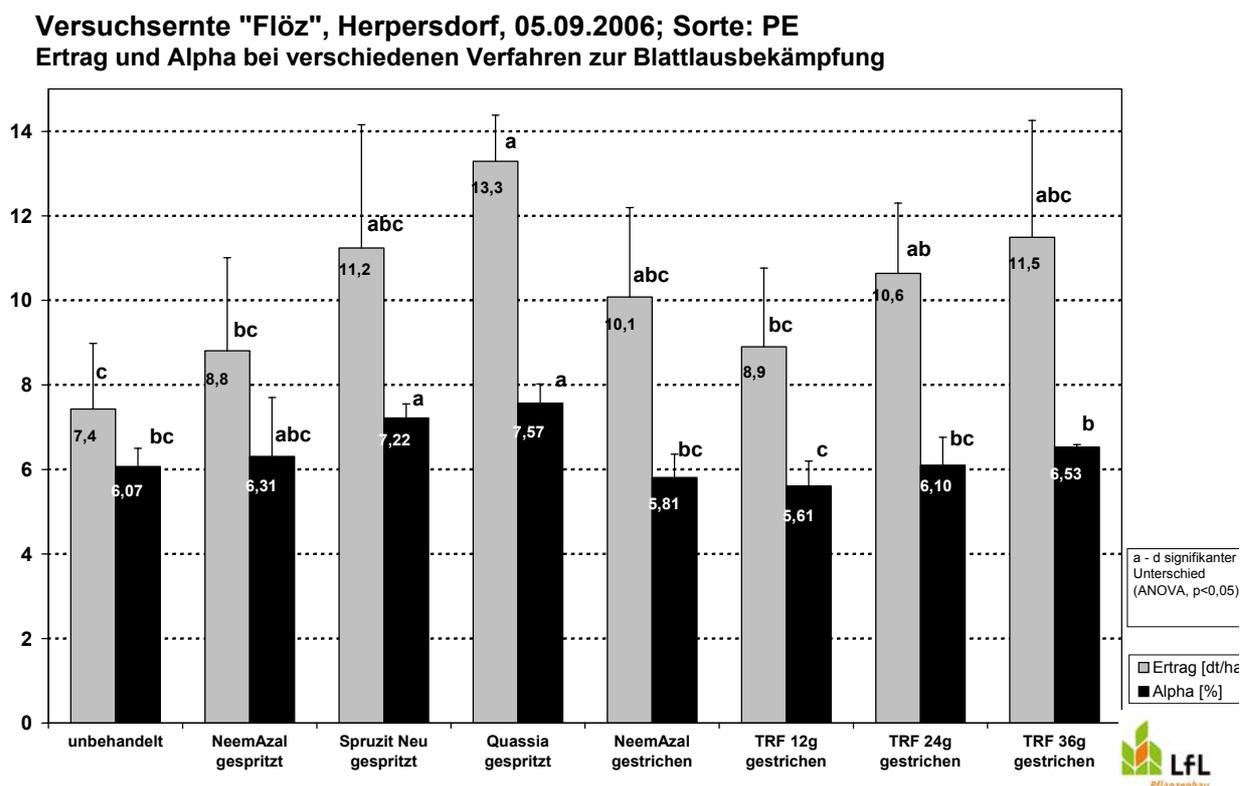


Tabelle 17: Ergebnisse der Doldenbonitur (n = 500) aus der Versuchsernte des Blattlausversuches Herpersdorf, „Flöz“, 05.09.2006, Sorte PE

Variante	% k Do	gewog ittel*	Gew	Volumen (ml)
	0,60	1,007	35,36	1125
NeemAzal gespritzt	0,30	1,003	37,53	1225
Spruzit Neu gespritzt	0,15	1,002	37,34	1220
Quassia gespritzt	0,20	1,002	38,22	1225
NeemAzal gestrichen	0,15	1,001	37,72	1225
TRF 12 g gestrichen	0,35	1,005	34,89	1100
TRF 24 g gestrichen	0,50	1,005	38,84	1100
TRF 36 g gestrichen	0,50	1,005	34,47	1125

* siehe Tabelle 8, Seite 13

Bewertung der Ergebnisse 2006 und Konsequenzen

- TRF-002 gestrichen brachte wieder gute Ergebnisse. Die niedrige Variante mit 12 g Quassia/ha fällt allerdings ab.
- NeemAzal T/S gestrichen kam in der geprüften Aufwandmenge nicht an die Ergebnisse von TRF-002 mit 24 g und 36 g heran.
- NeemAzal T/S gespritzt konnte nicht überzeugen
- Quassia gespritzt (Eigensud) brachte die besten Ergebnisse
- Spruzit Neu konnte in der Blattlaus-Wirksamkeit wieder nicht überzeugen. Der noch gute Ertrag dürfte auf bessere Bodenbedingungen in den Parzellen zurückzuführen sein.

In diesem Versuch wurde (wieder) belegt, dass Blattläuse bereits schädigen können, wenn vor der Blüte die Populationsdichte auf über 100 Tiere/Blatt ansteigt. Selbst die vollständige Blattlausfreiheit zum Zeitpunkt der Doldenausbildung kann den Ausfall unter Umständen nicht mehr wettmachen.

4. Zusammenfassung

Den Bio-Hopfenpflanzern stehen Hopfensorten mit guten Widerstandsfähigkeiten gegenüber Schadorganismen zur Verfügung. In der Anbauplanung wird davon umfassend Gebrauch gemacht.

Für die Vielfalt der Öko-Biere ist der ein oder andere Brauer aber auch auf Sorten angewiesen, die aus agronomischer Sicht als wenig widerstandsfähig gegen Krankheiten oder/und Schädlinge eingestuft sind. Da hinsichtlich der Qualitätsansprüche (äußere und innere Qualität) seitens der Käufer von Biohopfen im Vergleich zum konventionellen Erzeuger keine Zugeständnisse gemacht werden, muss auch der Bio-Hopfenpflanzler wirksame Instrumentarien zur Bekämpfung der Schadorganismen haben.

Aufgabe des Forschungsprojektes war es, in Bio-Hopfenbaubetrieben Produkte zu testen, die wirksam sind und bei Fungiziden möglichst kupfer- und schwefelhaltige Produkte ersetzen könnten.

4.1 Bekämpfung des Falschen Mehltaus (*Pseudoperonospora humuli*)

An einem Standort mit der hochanfälligen Sorte „Hallertauer Mittelfrüher“ wurden in drei Versuchsjahren insgesamt **10 Varianten** im direkten Vergleich zu „unbehandelt“ getestet:

Funguran, Cuprozin flüssig, GF J 52-008 DPB, „Praxis“, „Praxis“ plus Frutogard (= kupferhaltige Varianten), Kanne-Brottrunk, Molke, „Pflanzenstärkungsmittel Stähler“, FungEnd plus Öle und Frutogard.

Ein grundsätzliches Problem dieser Produkte besteht darin, dass die Peronospora-Primärinfektion damit nicht bekämpft werden kann. Bei vorbeugender Anwendung kann nur die Sekundärinfektion verhindert werden. Die sog. „Bubiköpfe“ der Primärinfektion müssen deshalb regelmäßig von Hand ausgebrochen werden. Trotz dieser Maßnahmen musste im ersten Versuchsjahr der Versuch am 18. Juni abgebrochen werden und auf betriebsübliche Spritzfolge (unterstützt in diesem Jahr mit Frutogard) umgestellt werden.

Im zweiten Versuchsjahr kann von durchschnittlichen Infektionsbedingungen ausgegangen werden. Alle kupferhaltigen Varianten brachten sehr gute Ergebnisse. Die Varianten „Stähler“ und „FungEnd + Öle“ können noch nicht abschließend beurteilt werden, da möglicherweise zum Ende der Saison eine weitere Spritzung notwendig gewesen wäre.

Im dritten Versuchsjahr kam es im Vergleich zur „Praxis“-Variante zu massiven Ertragsausfällen, da der Infektionsdruck nur noch von Funguran in konventioneller Aufwandmenge einigermaßen zu bekämpfen war.

Das sehr gut wirksame „Frutogard“ musste nach dem ersten Versuchsjahr aus dem Programm genommen werden, da die Wirkung auf eine phosphithaltige Aktivsubstanz zurückzuführen war.

Konsequenz:

Es konnte kein kupferfreies Produkt gefunden werden, das auch nur annähernd die Peronospora (Falscher Mehltau) im Hopfen bekämpfen kann. Die kupferhydroxidhaltigen Produkte müssen in der Aufwandmenge noch angepasst werden.

Bei Analysen auf **Rückstände von Pflanzenschutzmitteln** wurde bei Frutogard nachgewiesen, dass auch bei sehr frühzeitiger Anwendung zur Bekämpfung der Primärinfektion der Wirkstoff „phosphorige Säure“ noch nachgewiesen werden kann (Anwendung am 20.05., 30.05. und 08.06.2005).

Die nachgewiesenen Kupferrückstände betragen 56,0 ppm – 498 ppm.

Tabelle 18: Rückstandsuntersuchungen bei Kupfer ppm/kg Trockenhopfen

Standort „Mus“, Herpersdorf, Sorte HA, 2004 – 2006

	2004		2006
Funguran	59,9	289	376
Cuprozin fl.	58,1	165	343

GF J52-008	-	182	237
„Praxis“	56,0	198	498



Die Unterschiede ergeben sich durch die Spritztermine. 2004 wurde ab 18. Juni nur noch die betriebsübliche Mischung ausgebracht. 2005 war die letzte kupferhaltige Spritzung am 09. August. 2006 wurden auf Grund des Infektionsdruckes im August (letztmals am 25. August) noch zwei Spritzungen ausgebracht.

4.2 Bekämpfung des Echten Mehltaus (*Podosphaera macularis*; früher *Sphaerotheca humuli*)

Echter Mehltau spielt im Öko-Hopfenbau eine eher untergeordnete Rolle; die angebauten Sorten sind durchwegs wenig anfällig gegen diese Krankheit und bei eher sparsamer Stickstoffversorgung wird auch hier gute Vorbeugung durchgeführt.

Über die Projektdauer von drei Jahren wurde im Vergleich zu „unbehandelt“ geprüft:

Kaliumbicarbonat plus Micula (Haftmittel), **Molkepulver**, **Netzschwefel** und **„reacre“** (in die Rebe injiziert bzw. an die Rebe gestrichen).

In den drei Versuchsjahren gab es in die unbehandelten Parzellen keinen Mehltau. Es war somit keine Prüfung auf Wirksamkeit möglich.

Auch in konventionellen Betrieben gab es in diesen drei Jahren nur ganz vereinzelt Mehltau.

4.3 Bekämpfung der Hopfenblattlaus (*Phorodon humuli*)

Ein großes, jährlich wiederkehrendes Problem stellt im Bio-Hopfenbau die Bekämpfung der Blattlaus dar. Entscheidend für Bekämpfungsmaßnahmen ist Beginn und Ende des Zufluges der Aphisfliegen und der witterungsabhängige Populationsaufbau.

Da im konventionellen Hopfenbau mit systemisch wirkenden Insektiziden schon gute Erfahrungen gemacht wurden, wurde in die Verplanung auch diese Variante aufgenommen. Getestet wurden im Vergleich zu „unbehandelt“;

- im **Spritzverfahren: NeemAzal, Spruzit Neu, Quassia, Quassia plus Schmierseife**
- im **Streichverfahren: NeemAzal; TRF-002, 12 g; TRF-002, 24 g und TRF-002, 36 g Quassin/ha;**

Bewertung:

Bei den **Spritzverfahren** brachte **„Quassia“** (Eigensud am Betrieb) immer die besten Ergebnisse. Verbessert wurde die Wirkung noch durch Zusatz von Schmierseife (Versuch 2005/2006).

NeemAzal T/S zeigte zwar eine Wirkung auf Blattläuse, für einigermaßen befriedigende Ergebnisse reichte die Wirkung jedoch nicht aus. Zwischen Spritz- und Streichvarianten gab es

keine grundsätzlichen Unterschiede. Auch die Wirkung von Spruzit Neu blieb über die gesamte Versuchsdauer betrachtet sehr unbefriedigend.

In den **Streichvarianten** wurde mit TRF-002 im ersten Versuchsjahr klar, dass positive Ergebnisse zu erwarten sind, diese jedoch eine Frage der Aufwandmengen an Aktivsubstanz sind. Während am Standort „Höllhopfen“ mit 12 g Quassin/ha keine Wirkung erzielt wurde, brachten am Standort „Flöz“ die „45 g/ha-Variante“ eine Dauerwirkung bei extrem kritischen Bedingungen über die gesamte Saison. Es war somit Aufgabe der Versuchsplanung, für die nächsten Jahre entsprechende Zwischenlösungen zu prüfen.

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. So besteht die Chance, den vollen Wirkstoffanteil bis in die Spitzenregionen der Hopfenpflanze zu bringen. TRF-002 mit 36 g Quassin ist bei extrem hohen Blattlausbefall und/oder späterer Anwendung sinnvoll.

NeemAzal T/S in Streichanwendung ist nicht zu empfehlen oder es müsste noch in höheren Konzentrationen geprüft werden.

Analysen auf Rückstände im Ernteprodukt waren nur bei Spruzit Neu auf Pyrethrine möglich. Die Untersuchung ergab „nn“, d.h. einen Wert unter der Nachweisgrenze von 0,10 ppm/kg Trockenhopfen. Bei NeemAzal (Azadirachtin) und Quassia (Quassin) gibt es noch keine Analysenmethode im Hopfen.

5. Geplante und tatsächlich erreichte Ziele

Zu den Themen „Falscher Mehltau – Peronospora“ und „Bekämpfung der Hopfenblattlaus“ konnten die gesteckten Ziele erreicht werden.

Es zeigte sich wie auch in anderen Kulturen, dass die **Peronospora** ohne Ausschaltung der Primärinfektion mit rein biologischen Produkten nicht wirklich bekämpft werden kann. Auch in Jahren wie 2005, in denen die Witterung den Befall während der Saison auf Null stellt, sind kupferhaltige Produkte im Bio-Hopfenbau notwendig, um gesunden Hopfen ernten zu können. Weitere Versuche sind aus der Sicht der ausführenden Stelle zur Zeit nicht sinnvoll.

Zur Frage „Bekämpfung des **Echten Mehltaus**“ kann keine Aussage getroffen werden, da während des Projektzeitraums keine Infektionen vorhanden waren. In Versuchen des konventionellen Hopfenbaus wird seitens der ausführenden Stelle zumindest „Kalium-Bicarbonat“ weiter in Prüfungen beobachtet.

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.

6. Literaturverzeichnis

Weihrauch, F. (2000): Untersuchungen zur Effektivität des Freiland-Nützlingseinsatzes gegen *Phorodon humuli* (Schrank, 1801) (Homoptera: Aphididae) in der Sonderkultur Hopfen. -Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes 52: 185-194

Weihrauch, F., Moreth, L. (2005): Behavior and population development of *Phorodon humuli* (Schrank) (Homoptera: Aphididae) on two hop cultivars of different susceptibility. -Journal of Insect Behavior 18: 693-705