

**Forschungs- und
Entwicklungsvorhaben
FKZ 01UM022/1**

**Biologische Bekämpfung des
Apfelwicklers und des
Fruchtschalenwicklers im integrierten
Apfelanbau**

Abschlußbericht



Antragsteller

Hopfenbauverein Immenstaad
Fritz Kopp Str. 14
88090 Immenstaad

Wissenschaftliche Betreuung

Universität Hohenheim
Institut für Phytomedizin
Prof. Dr. C.P.W. Zebitz
70593 Stuttgart

INHALT

<u>1</u>	<u>Aufgabenstellung</u>	2
<u>2</u>	<u>Planung und Ablauf der Arbeiten</u>	5
<u>3</u>	<u>Ergebnisse</u>	6
3.1	<u>Beschreibung des untersuchten Gebietes</u>	6
3.2	<u>Apfelwickler</u>	8
3.2.1	<u>Schlupfverlauf des Apfelwicklers und Behandlungen mit Granuloviren in den verschiedenen Jahren</u>	8
3.2.2	<u>Erfassung des Befalls im untersuchten Gebiet</u>	12
3.2.3	<u>Entwicklung des Apfelwicklerbefalls im Untersuchungszeitraum</u>	13
3.3	<u>Kleiner Fruchtwickler</u>	20
3.3.1	<u>Monitoring und Erfassung des Befalls</u>	20
3.3.2	<u>Entwicklung des Befalls mit Kleinem Fruchtwickler im Untersuchungszeitraum</u>	21
3.4	<u>Fruchtschalenwickler</u>	22
3.4.1	<u>Behandlungen mit Granuloviren</u>	23
3.4.2	<u>Erfassung von Befall, Parasitierung und Anzahl GV-infizierter Larven</u>	23
3.4.3	<u>Befallsverlauf und Parasitierung der verschiedenen Schalenwicklerarten im untersuchten Zeitraum</u>	24
3.5	<u>Untersuchungen zur Ausbildung von Resistenzen gegenüber dem Apfelwickler-Granulovirus</u>	26
3.5.1	<u>Herkunft der untersuchten Freilandstämme des Apfelwicklers (AW-Stämme)</u>	28
3.5.2	<u>Überwinterung und Entwicklung der Diapauselarven zur Durchführung von Biotests</u>	30
3.5.3	<u>Virus</u>	31
3.5.4	<u>Laborstamm des Apfelwicklers</u>	31
3.5.5	<u>Biotestmethode</u>	31
3.5.6	<u>Entwicklung der 2004 gesammelten und überwinterten Diapausetiere im Jahr 2005</u>	32
3.5.7	<u>Empfindlichkeit der F1-Generation von 2005 der verschiedenen Freilandstämme des Apfelwicklers gegenüber dem CpGV</u>	33
3.5.8	<u>Vergleich der Empfindlichkeit der F1-Generation 2005 und der F1-Generation 2004 der AW-Stämme BW-IM und BW-FI</u>	38
3.5.9	<u>Vergleich der Empfindlichkeit verschiedener Generationen des AW-Stammes BW-FI-03, die im Labor von 2004 bis 2005 weitergezüchtet wurden</u>	40
3.5.10	<u>Entwicklung der 2005 gesammelten und überwinterten Diapausetiere</u>	41
3.5.11	<u>Empfindlichkeit der F1-Generation von 2006 der verschiedenen Freilandstämme des Apfelwicklers gegenüber dem CpGV</u>	42
3.5.12	<u>Vergleich der Empfindlichkeit der F1-Generation einzelner Freilandstämme des Apfelwicklers über mehrere Jahre</u>	45
3.5.13	<u>Untersuchungen der Empfindlichkeit von Apfelwicklern beim Einsatz unterschiedlicher Aufwandmengen des CpGVs in der Anlage BW-FN</u>	46
3.6	<u>Diskussion</u>	47
<u>4</u>	<u>Schlußfolgerungen</u>	49
<u>5</u>	<u>Zusammenfassung</u>	50
<u>6</u>	<u>Abstract</u>	52
<u>7</u>	<u>Zitierte Literatur</u>	53
<u>8</u>	<u>Anhang</u>	55

1 Aufgabenstellung

Seit 15.1.1992 ist das Granuloviruspräparat „Granupom“ in Deutschland als Pflanzenschutzmittel zugelassen. Diese Zulassung bedeutete den letztendlichen Erfolg aber auch das Ende über 25-jähriger intensiver Forschungsarbeit über den Apfelwicklergranulosevirus (Huber, 1990) und wurde als grosser Fortschritt für den biologischen Pflanzenschutz gewertet.

In der breiten Praxis des integrierten Obstbaus konnte sich das Viruspräparat in den Folgejahren aber nicht durchsetzen, die Anwendung blieb weitgehend auf ökologisch wirtschaftende Betriebe beschränkt. 1996 folgte die Zulassung von MADEX 3, einem Präparat der Fa. Andermatt Biocontrol AG durch die Firma Agrinova, der Marktanteil blieb aber nach wie vor sehr gering.

Dies war wohl im wesentlichen auf die relativ hohen Kosten und die notwendige häufige Anwendung der empfohlenen Virus-Behandlungen zurückzuführen. Hierzu kam ein im Vergleich zu den verfügbaren synthetischen Insektiziden eher geringerer Wirkungsgrad (Höhn, 1998). Es war zwar bekannt und in wenigen Versuchspartzen beobachtet, dass das Viruspräparat bei der Reduzierung der Folgepopulation wesentlich höhere Wirkungsgrade aufweist als bei der Reduzierung des Fruchtschadens (Huber & Dickler, 1976; Charmillot, 1998). Dies wurde aber nie in einer breiten Praxisanwendung überprüft und schien für die Bekämpfung damals von untergeordneter Bedeutung.

Nachdem zulassungsbedingt nur noch wenige synthetische Insektizide zur Bekämpfung des Apfelwicklers zur Verfügung standen und zunehmend vor allem in bestimmten Regionen in Süddeutschland Resistenzprobleme auftraten, wurde 1996 am Bodensee mit der Einführung der Verwirrungsmethode in die breite Praxis begonnen (Trautmann et al., 1998). Im Zuge dieser Entwicklung veränderte sich auch das Bekämpfungskonzept. Statt in kleinen Parzellen das Einbohren der Larven in die Früchte durch Insektizidanwendung zu verhindern, wurde jetzt eine grossflächig und längerfristig angelegte Bekämpfungsstrategie angedacht. Ein zentraler Bestandteil dieser Strategie war die Reduzierung der Apfelwicklerpopulation.

Als sich zeigte, dass bei der Verwirrungsmethode meist zusätzlich Insektizidbehandlungen durchgeführt werden müssen, um die Population niedrig zu halten (Trautmann et al., 1999), schien das Granulovirus aufgrund seiner spezifischen Wirkungsweise (Reduzierung der Population auch bei geringerer Aufwandmenge) für diesen Bereich sehr interessant zu sein (Dickler, 1999).

In Praxisanlagen konnte nachgewiesen werden, dass Granulovirus als Zusatzbehandlung zur Verwirrung, d.h. zur Reduzierung der Folgepopulation, sogar besser geeignet ist als die verfügbaren synthetischen Insektizide (Kienzle et al., 2001).

Diese Ergebnisse legten den Gedanken an eine flächendeckende Strategie zur Bekämpfung des Apfelwicklers mittels einer Kombination von Verwirrung und Granulovirusbehandlungen nahe. Während jedoch die Verwirrungsmethode, die nur auf grossen Flächen wirksam ist, inzwischen in Form von Verwirrungsgemeinschaften auf Teilen der Gemarkung anlagenübergreifend organisiert wurde, wurden die Zusatzbehandlungen bisher anlagenspezifisch ohne Absprache ausgeführt. Streuobstbäume oder ähnliche Landschaftsstrukturen wurden zwar mit Dispensern für die Verwirrung bestückt, damit sich eine zusammenhängende Pheromonwolke bilden konnte, eine Reduzierung der Ausgangspopulation war jedoch in diesen Strukturen nicht möglich. Ein Einsatz synthetischer Insektizide verbietet sich in Streuobstbeständen von selbst, der häufige Einsatz von Granulovirus war aus arbeits-technischen Gründen nicht möglich. Diese Faktoren führten dazu, dass sich besonders in relativ zusammenhängenden und eigentlich für ein flächendeckendes Konzept geeigneten Obstbaugebieten immer wieder hohe Apfelwicklerpopulationen aufbauen konnten, die den Erfolg der Verwirrungsmethode in Frage stellten.

Nach ersten Versuchen von Kienzle et al. (2001) kann eine Apfelwicklerpopulation bereits mittels einer Spritzung mit hoher Aufwandmenge an Granulovirus reduziert werden. Dies entspricht auch den Versuchsergebnissen von Huber (1989) zur Persistenz geringer Mengen an Granulovirus in der Anlage. Daraus ließ sich ableiten, dass eine oder maximal zwei Behandlungen mit Granulovirus in entsprechender Konzentration ausreichen müssten, um die Apfelwicklerpopulation in Streuobstreihen oder ähnlichen Strukturen deutlich zu reduzieren. Zu einer Reduktion der Population in den Obstanlagen würden daher ebenfalls wenige Behandlungen mit relativ hoher Konzentration oder mehr Behandlungen mit geringerer Aufwandmenge ausreichen. Die Behandlungen in den Erwerbsobstanlagen könnten nach den bisher vorliegenden Erfahrungen (Kienzle et al., 2001) als Tankmischung zusammen mit sowieso anfallenden Fungizidspritzungen ausgebracht werden, so dass hier kein besonderer Arbeitsaufwand entstehen würde. Es wäre auch nicht notwendig, die Behandlungen immer gleich zu terminieren.

Ein einheitliches Konzept für konsequent durchzuführende Zusatzbehandlungen mit Apfelwicklergranulovirus innerhalb einer Verwirrungsgemeinschaft unter Einbezug der Randstrukturen wie Streuobstreihen schien also machbar und könnte längerfristig grosse Vorteile für alle Beteiligten bieten. Die Vorteile einer konsequenten Reduzierung der Population sind jedoch in der Praxis erst innerhalb mehrerer Jahre nachzuvollziehen. Eine Beobachtung der Effekte ist nur mittels arbeitsaufwendiger Methoden möglich (Wellpapperinge) und konnte von den Betriebsleitern selbst nicht geleistet werden.

Zu berücksichtigen war ausserdem aufgrund der Erfahrungen bei der Verwirrung, dass ein solches Konzept auch von der sozialen Akzeptanz her eine gewisse Anlaufphase benötigt. Im süddeutschen Raum sind kleine Parzellen üblich, es müssen sich also immer mehrere Betriebsleiter abstimmen.

Daher sollte im Rahmen eines Forschungs- und Entwicklungsprojektes in einem Gebiet im Bodenseeraum, in dem in den letzten Jahren grosse Probleme mit Insektizidresistenz auftraten und immer wieder unerklärlicher Befall mit Apfelwickler gefunden wurde, auf einer 40 ha grossen Fläche die Verwirrungsmethode mit Zusatzbehandlungen mit Granulovirus über die ganze Fläche hinweg durchgeführt werden. Die Behandlung der Streuobstbäume sollte 2-3 mal im Jahr erfolgen und von den Betriebsleitern gemeinsam organisiert werden.

Eine Vielzahl von Laboruntersuchungen mit Insektenpathogenen ließen darauf schließen, dass bei der Anwendung mikrobiologischer Schädlingsbekämpfungsmittel eine Ausbildung von Resistenzen wenig wahrscheinlich ist. Unterschiede in der Empfindlichkeit von Individuen einer Schädlingspopulation gegenüber bestimmten Baculoviren wurden manchmal beobachtet, bisher gelang es jedoch nicht, resistente Stämme zu selektionieren, deren Nachkommen diese Resistenz unverändert beibehielten (Fuxa & Richter, 1989).

In Untersuchungen mit dem Apfelwickler-Granulosevirus (Huber & Dickler, 1983) konnten zwar bisher keinerlei Resistenzentwicklungen der Wirte beobachtet werden, dennoch sollte im Rahmen dieses Projektes aufgrund einer Gutachteranregung ein Monitoring zur möglichen Ausbildung von Resistenzen in mit dem Apfelwickler-Granulovirus behandelten Apfelanlagen durchgeführt werden.

Der Fruchtschalenwickler *Adoxophyes orana* F.v.R. ist im Bodenseegebiet die vorherrschende Schalenwicklerart, andere Arten waren zum Zeitpunkt der Antragstellung kaum von Bedeutung (Trautmann & Lange, 1999; Kienzle et al., 1999). Charakteristisch für den Fruchtschalenwickler ist ein plötzliches starkes Auftreten auch bei geringem Vorjahresbefall. Diese Erfahrung wurde im betroffenen Verwirrungsgebiet zuletzt 1997 gemacht, wo trotz Verwirrung des Fruchtschalenwicklers und niedrigem Ausgangsbefall plötzlich massive Schäden auftraten (Trautmann & Lange, 1999).

Um solche „Überraschungen“ zu verhindern, wurden in der Praxis des öfteren auch synthetische Insektizide bei noch relativ niedriger Population nicht als unmittelbare „Feuerwehr“ sondern vorrangig mit dem Ziel, die Population niedrig zu halten, angewendet (Kienzle & Zebitz, 2000). Das Prinzip einer Regulierung des Schadens über ein Niedrighalten der Population wurde also bereits praktiziert. Dies war besonders momentan Anfang 2000 der Fall, da der Fruchtschalenwickler sich in einer Phase befand, in der er im allgemeinen mit niedriger Population vorhanden ist, bei der es aber trotzdem lokal zu unerwarteten Gradationen kommen kann.

Das Schalenwicklergranulosevirus CAPEX 2 ist bei der direkten Bekämpfung von Gradationen von der Kosten/Nutzen-Rechnung her ganz klar den synthetischen Alternativen unterlegen.

Betrachtet man jedoch die Eigenschaften des Schalenwicklergranulovirus, so könnte sich dies für eine Strategie der längerfristigen Populationskontrolle (d.h. Niedrighalten) anders darstellen:

Anders als beim Apfelwicklergranulovirus befällt das Granulovirus des Fruchtschalenwicklers ausschließlich das Fettgewebe der Larven, so daß diese bis zum letzten Larvenstadium am Leben bleiben und auch fressen (Schmid et al., 1983). In der Regel dauert die Periode der Fraßaktivität sogar noch länger als bei gesunden Tieren. Eine Begrenzung des Schadens ist hier also nur für die Folgegeneration möglich. Durch die lange Lebensdauer der virösen Larven gelingt es aber den meisten Parasitoiden, sich in diesen Larven zu entwickeln (Andermatt, 1989; Kienzle, 1995). Das Verhältnis zwischen Parasitoiden und Wirten ist also in der Folgegeneration zwangsläufig zugunsten der Parasitoide verschoben (Kienzle et al., 1999). Dies mag auf kleiner Fläche aufgrund der Zuwanderung von Parasitoiden von aussen von geringerer Relevanz sein. Auf einer grossen Fläche könnte es aber zur Reduktion der Populationen beitragen. Wenn die Bekämpfung des Apfelwicklers nicht mehr mit synthetischen Insektiziden erfolgt, haben die Parasitoide des Schalenwicklers wesentlich bessere Überlebenschancen. Im Bodenseegebiet ist die Ichneumonide *Teleutaea striata* Grav. von grosser Bedeutung zur Regulierung des Schalenwicklers (Kienzle et al., 1997; Trautmann & Lange, 1999). Es konnte nachgewiesen werden, dass ein grosser Teil dieses Parasitoiden noch aus CAPEX-infizierten Larven schlüpfen kann (Kienzle et al., 1995).

Eine weitere wichtige Eigenschaft von CAPEX ist die Persistenz in der Anlage. In der Literatur wird von einem spontanen Auftreten von Viruserkrankung in den folgenden Generationen und sogar auch im Folgejahr berichtet (Shiga et al. 1973; Sato et al., 1986), es handelt sich hier jedoch um mehrere überlappende Generationen in Teeplantagen. In unseren Breiten stellten sowohl Andermatt (1989) als auch Kienzle et al. (1999) nach einer CAPEX-Behandlung im Frühjahr in der Folgegeneration im Sommer noch einen relativ hohen Prozentsatz an infizierten Larven fest. Dies bedeutet, dass sich das Virus auch unter unseren Bedingungen offensichtlich längere Zeit in der Anlage halten kann.

CAPEX 2 schien also für eine längerfristige Strategie des Niedrighaltens der Populationen sehr geeignet. Bereits seit einigen Jahren wurden bei Frühjahrsspritzungen recht erfolgreich reduzierte Mengen von CAPEX von wenigen Betrieben eingesetzt (Triloff, 1998).

Es fehlten allerdings Untersuchungen zu den Auswirkungen von Mehrfachbehandlungen auf das Viruspotential in der Anlage sowie zum Effekt der Zuwanderung neuer Tiere in die Anlagen. Da der Fruchtschalenwickler sehr polyphag ist, sind hier nicht nur Obstanlagen sondern auch andere Randstrukturen (Gärten, Baumreihen usw.) zu berücksichtigen.

Auch im Falle des Fruchtschalenwicklers war also ein grossflächiges Konzept mit ähnlichen Behandlungsmodi in allen Anlagen unter Einbezug der Randstrukturen als sinnvoll zu erachten. Der jetzige Zeitpunkt mit niedrigen Populationen, die aber lokal unerwartete Gradationen auslösen, war für die Einführung eines solchen Verfahrens sehr günstig.

Zu berücksichtigen ist allerdings, dass hier im Gegensatz zum Apfelwickler keine Resistenzprobleme bei herkömmlichen Insektiziden bestanden und Insektizide vorhanden sind, die eine gute Wirkung bei Gradationen des Fruchtschalenwicklers zeigen. Probleme bestanden vor allem beim Einsatz von Insegar aufgrund der Bienengefährlichkeit. Dies war auch der Grund dafür, dass die Immenstaader Betriebe nach Alternativen suchten.

Das biologische Verfahren war jedoch nur dann für die Betriebe betriebswirtschaftlich sinnvoll, wenn die Kosten mittelfristig nicht über denen des Einsatzes synthetischer Insektizide liegen (ca. DM 70-80) und die Wirkung des Niedrighaltens der Population beim biologischen Verfahren vergleichbar oder gar besser als beim Einsatz von Insektiziden wäre. Um dies auszutesten, sollte der Einsatz von CAPEX anfangs mit relativ hoher Aufwandmenge (150 ml/Jahr = 1,5 volle Aufwandmengen/Jahr) erfolgen, später sollte je nach Erfolg der Methode der Aufwand weiter reduziert werden. Längerfristiges Ziel war eine Aufwandmenge von 70 ml/ha/Jahr. Dies ist kostenidentisch mit dem einmaligen Einsatz der gebräuchlichen synthetischen Insektizide.

2 Planung und Ablauf der Arbeiten

Im ersten Projektjahr war geplant, in allen Anlage die gleichen Aufwandmengen auszubringen und maximal drei volle Aufwandmengen im Jahr einzusetzen. Da im Jahr 2001 das gesamte Gebiet von starkem Hagel betroffen war, hatte ein Teil der Betriebe nicht mehr oder nur unzureichend gegen Apfelwickler behandelt. Demzufolge war der Befallsdruck zu Beginn der Saison 2002 insgesamt relativ hoch. Die lang anhaltende Wärmeperiode im Frühsommer führte zu massiver Eiablage der ersten Generation des Apfelwicklers. Dadurch mussten über die Saison verteilt die als Maximum der insgesamt auszubringenden Menge geplanten drei vollen Aufwandmengen von Granupom fast ausgeschöpft werden.

Zur Überwachung der Befallsentwicklung waren Fruchtbonituren Ende Anfang Juli, Anfang August und zur Ernte geplant. Anfang Juli und Anfang August sollten etwa 40 Anlagen an wichtigen Punkten bonitiert (1000-1500 Früchte pro Anlage) werden, in den anderen Anlagen sollten stichprobenartige, oberflächlichere Kontrollen erfolgen. Zur Ernte sollten alle relevanten Anlagen bonitiert werden.

Gleich bei der ersten Auswertung zeigte sich, dass die geplante Bonitur aufgrund des stark unterschiedlichen lokalen Befalls so nicht aussagefähig genug war und auch das Befallsrisiko für die Betriebsleiter nicht ausreichend erfassen konnte. Daher wurden im Jahr 2002 zu vier (und nicht wie geplant zu drei) Terminen im Jahr in allen Anlagen mindestens 1000 Früchte kontrolliert. Hierbei wurde mit mehreren Personen ausgewertet, so dass immer mehrere Reihen der Anlage erfasst werden konnten, da es auch hier beträchtliche Unterschiede gab. Bei Anlagen, die stärkeren Befall aufwiesen, wurde jede Reihe kontrolliert und eine Skizze der Befallsverteilung innerhalb der Anlage angefertigt. Nur so war es möglich, die Befallsherde wie geplant korrekt zu identifizieren. Auch die Aufbereitung der Ergebnisse konnte aufgrund der vielen Einzeldaten dann nicht wie geplant erfolgen. Um eine übersichtliche Darstellung zu gewährleisten, wurde ein GIS-Programm eingesetzt (Map-Maker) und anhand der Befallszahlen farbige Übersichtskarten erstellt (s. Anhang).

Im ersten Jahr stellte sich heraus, daß eine weiter entfernt liegende Streuobstanlage, die nicht in die Behandlungen einbezogen wurde, einen wichtigen Befallsherd darstellte. Daher musste sie im Folgejahr erst in die Behandlungen mit einbezogen werden. Daher konnten nicht alle Anlagen gleich behandelt werden sondern die gefährdeten Anlagen mussten mit höherer Aufwandmenge gespritzt werden. Da sich durch ungeeignete Spritztechnik in einer Hochstammanlage 2003 ein neuer Befallsherd bildete, musste auch 2003 und 2004 noch in einigen Anlagen mit höherer Aufwandmenge gearbeitet werden.

Erst im Jahr 2005 zeigte sich in der zweiten Generation, dass jetzt in allen Anlagen niedrigere Aufwandmengen ausreichen.

Beim Schalenwickler wurden die Arbeiten weitgehend wie geplant durchgeführt. Im Jahr 2003 mussten aufgrund einer Gradation sicherheitshalber einige Anlagen im Sommer mit höherer Aufwandmenge behandelt werden. Ab dem Jahr 2004 konnte kaum noch Fruchtschalenwickler im Gebiet beobachtet werden, so dass die Aufwandmengen 2005 auch wie geplant reduziert werden konnten. Allerdings traten andere Schalenwicklerarten vermehrt auf (Roter Knospenwickler).

Die Untersuchungen zum Potential einer Resistenzbildung beim Apfelwicklergranulovirus scheiterten im ersten Jahr (2003, Populationen 2002 gesammelt) an Problemen bei der Inzuchtnahme der Freilandpopulationen. Im Folgejahr wurden nochmals Larven vom untersuchten Gebiet, einer 5 km entfernten Vergleichsanlage mit langjähriger Anwendung von CpGV sowie einer Anlage in Südbaden, wo unerklärliche Probleme mit der Wirkung von CpGV zu beobachten waren, gesammelt. Im Jahr 2004 konnten mit diesen Biotests durchgeführt werden, die überraschend deutliche Ergebnisse lieferten. Das Projekt wurde daraufhin um ein Monitoring „verdächtiger“ Betriebe erweitert.

3 Ergebnisse

3.1 Beschreibung des untersuchten Gebietes

Das untersuchte Gebiet ist sehr kleinparzelliert und vielfältig strukturiert (Abb. 1). Es handelte sich insgesamt um 114 Parzellen. Waren verschiedene Sorten in einer Parzelle, wurde diese in Nr. a und b unterschieden. Dasselbe erfolgte bei Anlage 40, die aus nur einer Sorte besteht aber zwei sehr unterschiedliche Befallsspektren aufwies.

Es befinden sich sowohl Hochstämme von Apfel und Birne als auch Steinobst und Hecken sowie Flächen einer Gärtnerei inmitten der Apfelanlagen.

Zu Projektbeginn waren 14 Betriebsleiter mit ihren Flächen an dem Projekt beteiligt. Durch Verpachtungen reduzierte sich diese Zahl dann im Laufe der Zeit auf 12 Betriebe.

Die Dispenser für die Verwirrungstechnik wurden überall aufgehängt, auch in den Steinobstflächen. Gegenüber den unbehandelten Apfelflächen sowie dem Waldrand wurde eine Randabhängung mit höherer Dispenserdichte ausgebracht. Die Abhängung der Streuobstbäume erfolgte mit Stangen, so dass die Dispenser in entsprechender Höhe angebracht waren.



Abbildung 1: Flächenplan des untersuchten Gebiets mit Numerierung der Kernobstparzellen. **Steinobstparzellen** sind mit blauer Farbe markiert, **Hecken** und die von der Gärtnerei mit Stauden und Sträuchern genutzten Parzellen sind gelb eingefärbt. **Streuobstbäume** sind mit roter Farbe unterlegt. In der als Hecke gekennzeichneten Parzelle oberhalb von Anlage 60/63 stehen einige Süßkirschenbäume.

3.2 Apfelwickler

3.2.1 Schlupfverlauf des Apfelwicklers und Behandlungen mit Granuloviren in den verschiedenen Jahren

In den Abbildungen 2 und 3 ist der Begattungs- bzw. Eiablage- und Schlupfverlauf des Apfelwicklers anhand der Daten der Station Kippenhausen (Nachbarort von Immenstaad) der Marktgemeinschaft Bodenseeobst eG und den Berechnungen der Fachberatung der Marktgemeinschaft in Verbindung mit den Empfehlungen der wissenschaftlichen Betreuung für die Behandlungen für die Jahre 2002 bis 2005 dargestellt.

Die Betriebe variierten die Spritztermine jeweils um 1-4 Tage, je nach Durchführung der Fungizidapplikationen.

Zur Erfolgskontrolle der Verwirrungsmethode wurden jeweils etwa 20 Fallen aufgehängt. Auch für den Kleinen Fruchtwickler, den Bodenseewickler und den Fruchtschalenwickler wurden Fallen an allen wichtigen Punkten im Gebiet verteilt.

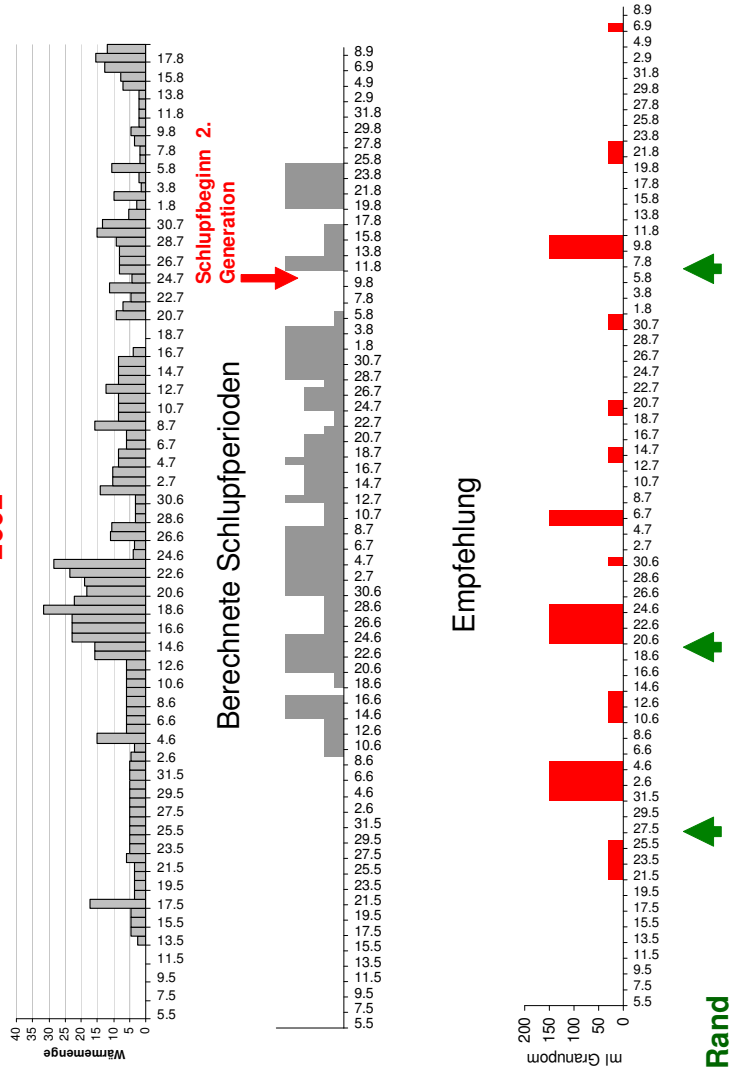
Die Empfehlung für die Behandlungen erfolgte durch die wissenschaftliche Betreuung in enger Abstimmung mit dem Projekt UM 022/2 der MaBo und immer nach dem Kriterium, dass die Spritzung spätestens bis zu einem bestimmten Termin ausgebracht werden musste (Schlupfzeitpunkte des Apfelwicklers). So war eine Beimischung zur Fungizidspritzung problemlos möglich und es mussten keine Sonderbehandlungen erfolgen. Verwendet wurde 2002 das Präparat Granupom, in den folgenden Jahren dann aufgrund der veränderten Zulassungssituation MADEX 3 auf der Basis von Apfelwicklergranulovirus.

Im Jahr 2002 wurden die Anlagen 7, 8, 9, 16, 35 und 96 bereits am 6.5.02 mit der halben Aufwandmenge behandelt. Am 6.6. 02 wurde dafür die empfohlene Aufwandmenge von ½ auf 1/10 reduziert.

In den Anlagen 23,24 und 25 erfolgte am 31.5.02 aufgrund der starken Fallenfänge ein Einsatz von Insegar mit 200 g/ha/m Kronenhöhe gegen den Kleinen Fruchtwickler. Da von einem Nebeneffekt auf den Apfelwickler ausgegangen wurde, reduzierte der Betrieb die Granupom-Menge von der empfohlenen halben Aufwandmenge auf 1/10. Dies war in allen Anlagen des Betriebes der Fall (3 und 42 ebenfalls betroffen). Zu Ende des Schlupfes der ersten Generation in den letzten Julitagen wurde in den stark befallenen Anlagen 23 und 24 sowie in der Anlage 92 (hoher Falterfang in Anlage 90, hoher Ausgangsbefall aus dem Vorjahr) nochmals höhere Aufwandmengen an Granupom eingesetzt. Nach der Bonitur Anfang August erfolgte dann eine Spritzung mit voller Aufwandmenge Granupom in den Anlagen 97 und 96. Anfang Juni wurden aufgrund starker Falterfänge des Kleinen Fruchtwickers noch die Anlagen 22 und 43 mit Insegar in der normalen Aufwandmenge behandelt. In den extensiver bewirtschafteten Anlagen 59 und 54 erfolgte am 3.6.02 die erste Behandlung mit halber Aufwandmenge von Granupom. Dann folgten noch drei Behandlungen am 19.6., 3.7. und 15.7.02.

Die Streuobstbäume wurden am 15.6., 6.7. und 9.8.02 mit voller Aufwandmenge Granupom behandelt. Die Dispenser für die Verwirrungsmethode wurden Anfang Mai ausgebracht.

Wichtigste Begattungsperioden des Apfelwicklers (Wärmemengen) 2002



Wichtigste Begattungsperioden des Apfelwicklers (Wärmemengen) 2003

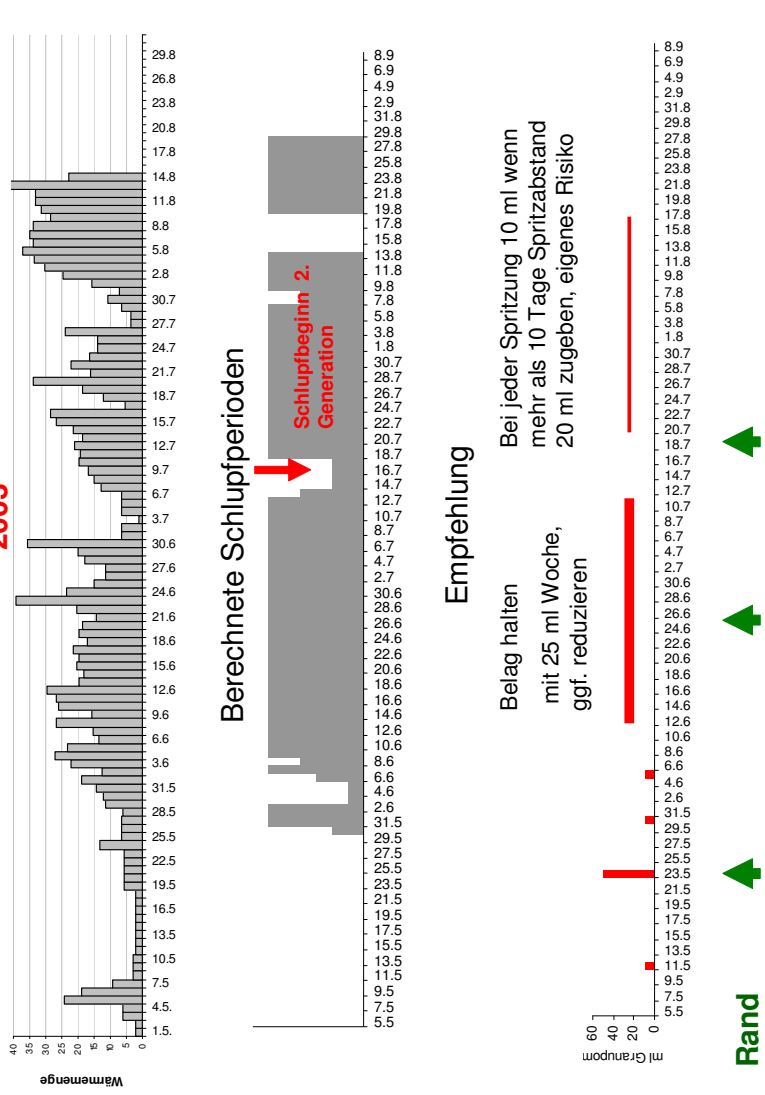
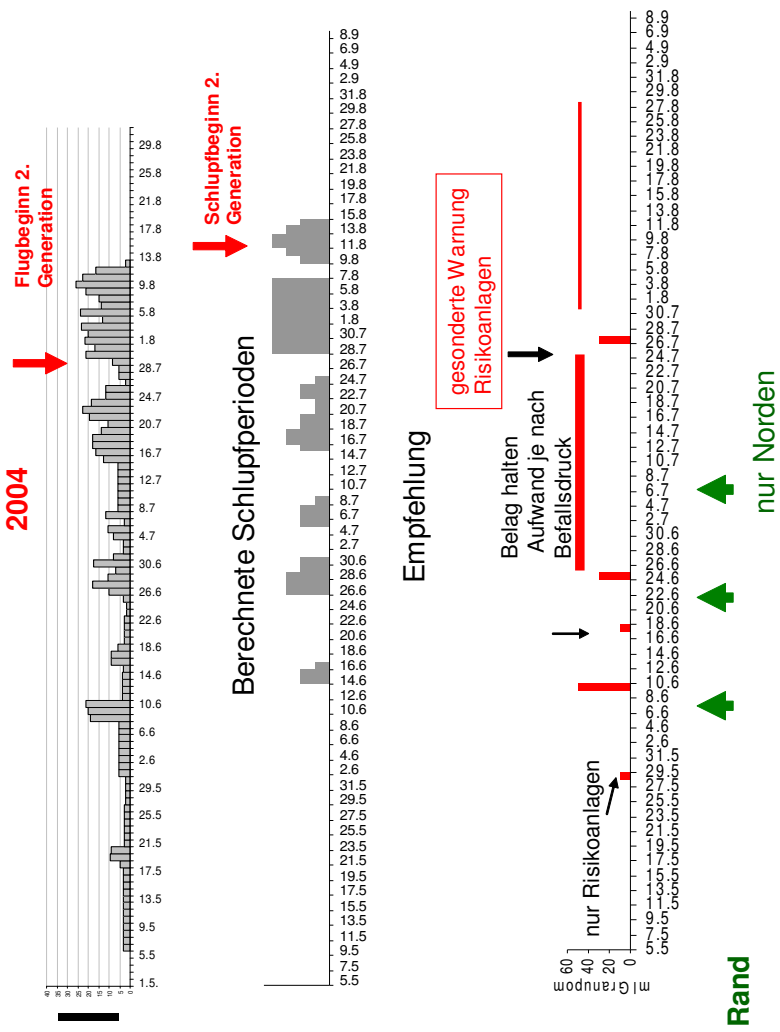


Abbildung 2: Wichtige Begattungszeitpunkte bzw. Eiablageperioden (dargestellt anhand der Wärmemengen) des Apfelwicklers und berechnete Schlupfperioden am Standort Immenstaad sowie Spritzempfehlungen in den Jahren 2002 (oben) und 2003 (unten). Die grünen Pfeile markieren die Behandlungen an den Randstrukturen.

Wichtigste Begattungsperioden des Apfelwicklers (Wärmemengen)



Wichtigste Begattungsperioden des Apfelwicklers (Wärmemengen)

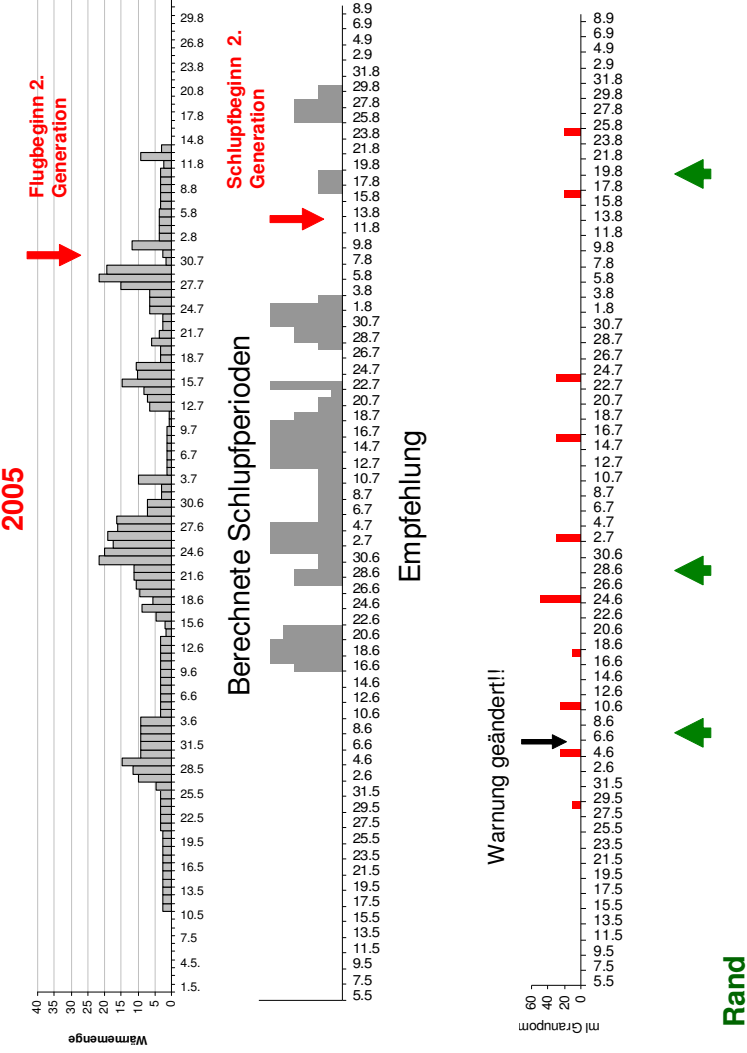


Abbildung 3: Wichtige Begattungszeitpunkte bzw. Eiablageperioden (dargestellt anhand der Wärmemengen) des Apfelwicklers und berechnete Schlupfperioden am Standort Immenstaad sowie Spritzempfehlungen in den Jahren 2004 (oben)und 2005 (unten). Die grünen Pfeile markieren die Behandlungen an den Randstrukturen.

Im Jahr 2003 gab es nicht, wie am Bodensee üblich, einige klar abgegrenzte Schlupfperioden des Apfelwicklers. Statt dessen waren die Wärmebedingungen für eine Begattung und Eiablage erstmalig Anfang Mai und dann praktisch durchgehend bis Saisonende gegeben.

Da die optimalen Bedingungen für die erste Generation ein erhebliches Risiko bargen, wurden von der wissenschaftlichen Betreuung eine „Vorlage“ mit hoher (gleich halber) Aufwandmenge für den Saisonbeginn empfohlen. Da die Granuloviren laut Projektvorgabe immer mit der Fungizidspritzung ausgebracht werden müssen und keine „Extrabehandlung“ empfohlen werden darf, erfolgte die Empfehlung für die erste hohe Aufwandmenge im Vergleich zum berechneten Schlupf der ersten Larven relativ früh. Zu diesem Zeitpunkt konnte jedoch nicht abgeschätzt werden, ob ein Einsatz bei der nächsten Fungizidspritzung noch rechtzeitig sein würde.

Als zu vermuten stand, dass die erste Eiablageperiode länger dauern würde, erfolgte nach einer Situationsbesprechung mit den Betrieben am 12.6.04 eine Empfehlung zum Splitting der hohen Aufwandmengen in jeweils 25 ml/ha ($1/4$ Aufwandmenge statt $1/2$) für die Betriebe, die relativ häufig mit Fungizid behandelten. Für Betriebe mit längeren Spritzabständen wurde die halbe Aufwandmenge empfohlen. Betrieben, deren Anlagen im letzten Jahr nur wenig Befall aufwiesen, wurde freigestellt, auf eigenes Risiko die Aufwandmenge auf $1/10$ Aufwand zu reduzieren.

In der Zeit vom 24.6.03 bis etwa Mitte Juli mussten witterungsbedingt keine Fungizidspritzungen ausgebracht werden. Viele Betriebe unterliessen daher die Behandlungen komplett. Bei der Bonitur Mitte Juli zeigte sich daraufhin in vielen Anlagen aktiver Befall (Abb. A3 und A4, s. Anhang). In Anlage 4 wurden in den Wellpapperingen Larven und Puppen gefunden, ansonsten waren die Wellpapperinge zu diesem Zeitpunkt aber leer.

Da aufgrund der Bonituren davon auszugehen war, dass der Beginn der zweiten Generation einen geringen Befallsdruck aufweisen würde, wurde bei der Besprechung Mitte Juli als weitere Strategie der Einsatz niedriger Aufwandmengen vereinbart (eigenes Risiko, jeder Betrieb sollte höhere Aufwandmengen einsetzen können). Eine Ausnahme bildeten die Anlagen rund um Anlage 4, wo von einem Befallsdruck auszugehen war und die Ränder, vor allem die Anlagen 96 und 97, wo nicht sicher war, ob von der Streuobstanlage nicht trotz Behandlung noch Zuflug zu erwarten stand. Für die weitere Strategie sollte die Bonitur der Wellpapperinge Anfang August abgewartet werden. Es war durchaus denkbar, dass die Mitte Juli gefundenen Larven, die sich theoretisch noch verpuppen konnten, sich nicht oder nur zu einem geringen Teil tatsächlich verpuppen würden. Auch ein spätes Absterben der Larven aufgrund der Aufnahme geringer Mengen an Granuloviren konnte nicht ausgeschlossen werden. Nach der Bonitur der Wellpapperinge Anfang August wurde mit ziemlicher Sicherheit davon ausgegangen, dass im Gebiet mit Ausnahme der Zone um die Anlage 4 kein wesentlicher Befallsdruck mehr auftreten würde.

Es wurde daher jedem Betrieb freigestellt, mit höheren Aufwandmengen zu behandeln, die Empfehlung lautete jedoch weiterhin nur auf $1/5$ der Aufwandmenge bei jeder Fungizidspritzung.

Im Jahr 2004 konnte zum ersten Mal in der Projektlaufzeit die für den Bodenseeraum typische Entwicklung des Apfelwicklers im Jahresverlauf beobachtet werden. Im Vergleich zum Jahr 2003 zog sich die Schlupfperiode der Apfelwicklerlarven der ersten Generation über einen viel längeren Zeitraum hin. Dies führte dazu, daß in den kritischen Anlagen, die von einer höheren Vorjahrespopulation gefährdet waren, über einen sehr langen Zeitraum relativ hohe Mengen an Madex eingesetzt werden mußten, um eine vollständige Reduktion der ersten Generation zu gewährleisten. Zu Ende der ersten Generation kam es nochmals zu optimalen Eiablagebedingungen, was zu einem starken Larvenschlupf Ende Juli führte.

Zu diesem Zeitpunkt wurden die gefährdeten Anlagen gesondert mit hohen Aufwandmengen bewarnt, um Fruchtschäden zu verhindern, die zu diesem Zeitpunkt bereits relevant sind.

Da die Anlagen nicht immer getrennt behandelt werden können, ergab sich so eine relativ hohe Aufwandmenge für viele Anlagen.

Bei der zweiten Generation waren nur noch geringe Aufwandmengen notwendig.

Im Jahr 2005 war die erste Generation noch stärker ausgeprägt. Dabei hatte es zunächst den Anschein, als würde sich eine ähnliche Entwicklung wie im Jahr 2003 abzeichnen, da es zu Flugbeginn sehr gute Eiablagebedingungen gab. Dann zögerte sich jedoch durch kühleres Wetter der Schlupfbeginn sehr lange hinaus. Die Bewarnung für die erste höhere Aufwandmenge wurde daraufhin um eine Woche verschoben, viele Betriebe folgten hier aber der amtlichen Empfehlung und brachten bereits eine hohe Aufwandmenge aus. Der Schlupf der ersten Generation dauerte insgesamt sogar noch länger als im Vorjahr. Betriebe, die auf jeden Fall bei dem nicht optimalen Behang die Früchte vor Einbohrungen schützen wollten, brachten draufhin bis Anfang August relativ hohe Aufwandmengen aus. In der zweiten Generation waren kaum Behandlungen notwendig.

Tabelle 1: Übersicht über die verwendeten Aufwandmengen an Madex 3 in ml pro ha und Jahr in den verschiedenen Projektjahren bei allen Betrieben (die Aufwandmengen an Granupom vom 1. Jahr wurden auf Madex umgerechnet: 300 ml Granupom = 100 ml Madex).

Betrieb	Schmid	Berger		Heberle Karl	Müller Paul	Dikreuter		RauberKarl	Heberle Rainer					Lehle	Langenstein	Rauber Anton	Birkhofer	Hund	Haug Peter	
Anlagen	47u.50	3,23	Rest	7,8,9,16,35	alle	Rest	60,63	alle	100	5,6	92,96	97	20	34,37	alle	alle	alle	alle	alle	
2002	233	303	280	280	310	330	330	303	303	297	453	463	280	327	290	350	310	240	250	280
2003	274	174	127	210	100	182	207	103	304	262	302	297	262	252	220	205	167	110	160	150
2004	225	220	220	285	140	280	280	280	320	310	310	310	310	310	215	290	120	235	190	145
2005	230	185	155	135	185	410	460	160	255	280	270	265	220	265	260	275	75	155	300	210

3.2.2 Erfassung des Befalls im untersuchten Gebiet

Die Auswertung des Apfelwicklerbefalls erfolgte an vier Terminen, jeweils Anfang und Mitte Juli, Anfang August und zur Ernte. Bonitiert wurden jeweils 1500 bis 2000 Früchte pro Parzelle. Bei der Bonitur wurde sehr tief abgestoppter (Einbohrung tiefer als 1 cm aber nicht ganz bis ins Kernhaus reichend, Kerne nicht angefressen), tief abgestoppter (bis 1 cm tiefe Einbohrung) und flach abgestoppter (Einbohrung sehr oberflächlich, nur kleiner Spiralgang sichtbar) Befall von aktivem Befall unterschieden.

Als aktiver Befall wurde definiert, wenn entweder eine lebende Larve gefunden wurde oder ganz frischer Kot im Bohrgang vorhanden war. Die Definition „aktiver Befall“ galt auch für Früchte ohne lebende Larven, wenn Kerne angefressen waren, so dass davon auszugehen war, dass die Larve die Frucht bereits verlassen hatte. Früchte mit offensichtlich toten Larven im Bohrgang wurden als „abgestoppt“ definiert auch wenn bereits Kerne angefressen waren.



Abbildung 4: Abgestoppter Befall: links sehr spät abgestoppt mit abgestorbener Larve, rechts tief abgestoppt mit angefangenem Bohrgang

Bei der Fruchtbonitur wurde desweiteren erfasst, an welcher Stelle sich die Larve in die Frucht eingehohlet hatte. Es gab vier verschiedene Zonen der Frucht: Kelchgrube, Stielgrube, Sonnenseite und Schattenseite. Sonnen- und Schattenseite wurden aufgrund der Färbung unterschieden. Wenn – was oft der Fall war – die Einbohrung direkt am Ende der Sonnenseite erfolgte, galt dies noch als „Sonnenseite“. Hintergrund für diese Zusatzbonitur waren Diskussionen, inwiefern die Einbohrstelle der Larve die Aufnahme des Virus beeinflussen kann. Es sollten damit zusätzliche Erfahrungen gesammelt werden.

Bei den Grafiken zur Befallsverteilung kann diese Bonitur nicht so detailliert dargestellt werden. Es wurden dort daher nur „Einbohrstellen“, d.h. abgestoppter und aktiver Befall (entspricht dem Fruchtschaden) und „aktiver Befall“, d.h. Frucht mit lebender oder bereits ausgebohrter Larve jeweils gesondert betrachtet.

Andere Wicklerarten wie Bodenseewickler oder Kleiner Fruchtwickler wurden bei der Auswertung ebenfalls erfasst.

Bei der Erntebonitur erfolgte auch eine Auswertung des Herbstschadens durch Fruchtschalenwickler.

3.2.3 Entwicklung des Apfelwicklerbefalls im Untersuchungszeitraum

Im Jahr 2002 zeigte sich bei der ersten Bonitur vom 2. bis 4.7. 02 (Abb. A1) der bereits durch die Fallenfänge vermutete hohe Befallsdruck durch eine für diese Jahreszeit sehr hohe Anzahl an Einbohrstellen des Apfelwicklers. Fast alle waren jedoch abgestoppt und nur in den Anlagen 4, 23 (niedrigere Aufwandmenge am Anfang) und in der Randreihe der Anlage 97 wurde aktiver Befall über 0,3 % gefunden (Abb. A2). Bei der zweiten Bonitur wurde nur in den extensiven Anlagen und in den Anlagen 23 und 24 noch aktiver Befall beobachtet, die Anzahl der Einbohrstellen trotz Behandlung zeigte aber weiterhin den starken Befallsdruck im Gebiet. Die Anlage 97, besonders der äußere Rand, fiel hier durch einen ungemindert starken Befallsdruck (Einbohrstellen!) auf. Am Rand wurde auch vermehrt aktiver Befall gefunden.

Bei der Bonitur am 5.8. 02 wurden die letzten Einbohrungen der ersten Generation sowie die ersten der zweiten Generation erfasst. Hier zeigte sich stärkerer Befall in Anlage 97 (die aufgrund des starken Befalls am Rand und einer Nachbarreihe stark befallener Bäume gesondert bewarnt worden war) sowie in Anlage 96, bei der dies nicht zu erwarten stand. Bei einer Bonitur wurde eine Zeichnung der Verteilung des Befalls in dieser Zone angefertigt. Aufgrund dieses Ergebnisses erfolgte eine Kontrolle der weiter entfernten Randstrukturen wobei eine stark befallene Streuobstanlage in Windrichtung entdeckt wurde (Abb. 5).

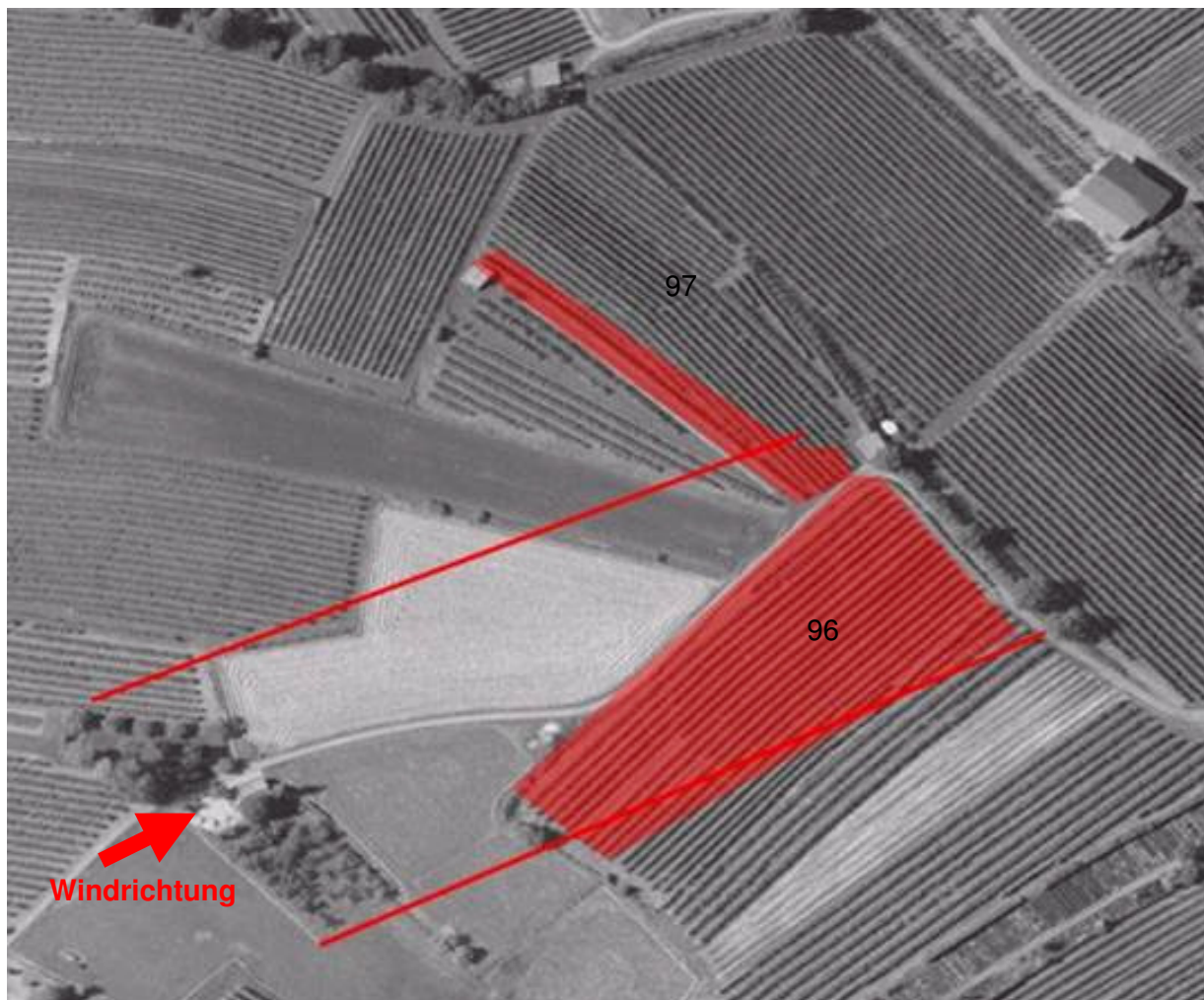


Abbildung 5: Befallsverteilung im Jahr 2002 in den Anlagen 96 und 97 in Windrichtung der stark befallenen Streuobstanlage „Schafweide“

Bei der Erntebonitur lag der Befall in den meisten Anlagen nicht wesentlich über 1 %. Dies wurde von den Betrieben als zufriedenstellend eingestuft. In den Randzonen kam es vereinzelt zu stärkerem Befall. Die Bonitur der Anlagen 96 und 97 ist nicht mehr aussagefähig da teilweise vorher von Hand ausgedünnt wurde. Der Gesamtschaden dürfte in Anlage 96 um die 3 %, in Anlage 97 im vorderen und äußeren Randbereich bis zu 5 %, in der Mitte um 3 % betragen. Die Betriebsleiter bezeichneten dies insgesamt als tragbar, da auch die Ursachen klar waren und im nächsten Jahr voraussichtlich ausgeräumt werden können. Auffällig war auch Anlage 4, die einen hohen abgestoppten Befall aufwies. Der aktive Befall bei der Erntebonitur lag mit Ausnahme der Anlagen 96 und 97 unter 1 % .

Vom 20. bis 23.7.02 erfolgte die erste Kontrolle der Wellpapperinge. In Anlage 90 wurde eine Puppe von *Pandemis heparana* Den. & Schiff. gefunden. Eine Larve aus dem Randbereich von Anlage 86 überlebte nicht. Ansonsten konnte lediglich in Anlage 24 lebende Larven entdeckt werden. Auch bei den Streuobstbäumen verlief die Kontrolle negativ.

Anfang August fanden sich lediglich einige wenige Larven am Rand von Anlage 97, ansonsten verlief die Kontrolle durchweg negativ.

Bei der Abnahme der Ringe im Herbst wies vor allem Anlage 97 eine höhere Folgepopulation auf (0,13 bis 0,57 Larven pro Baum je nach Lage). Ansonsten lagen alle Anlagen unter oder um den Richtwert von 0,1 Larven pro Baum (CHARMILLOT, mündl. Mitteilung, 2002), der für die Funktionsfähigkeit der Verwirrungsmethode angegeben wird. Auch in Anlage 4 wurde eine höhere Population festgestellt. Dem wurde aber von den Betrieben wenig Bedeutung zugemessen, da die Anlage ja behandelt worden war.

Da im Jahr 2003 die Eiablage des Apfelwicklers sehr früh begann und sich eine lange Eiablageperiode abzeichnete, erfolgte die erste Bonitur sehr früh vom 19.-21.6.03. Ziel war, abzuschätzen, ob der Befallsdruck wie erwartet niedriger lag als im Vorjahr, damit die weitere Strategie entsprechend abgestimmt werden konnte. Ausserdem sollte frühzeitig überprüft werden, wie hoch das Ausgangspotential für den Anfang der zweiten Generation war.

Sowohl die Einbohrstellen als auch der aktive Befall waren weitaus niedriger als im Vorjahr. Bei den Einbohrstellen zeichnete sich lediglich ein etwas höherer Befallsdruck in Anlage 4 und in Anlage 40 b, besonders in der Zone um den hochstämmigen Birnbaum, ab. Beim aktiven Befall handelte es sich zumeist um Larven, die zwar noch am Leben waren, aber deutlich geschwächt erschienen, so dass ein Absterben vor der Verpuppung wahrscheinlich schien.

Von den kritischen Randzonen aus dem letzten Jahr wiesen nur die Anlagen 23 und 24 etwas mehr Einbohrstellen auf, auffällig war dies vor allem in der Randzone der Anlage 24. Es handelte sich hier aber fast durchgehend um abgestoppten Befall.

Beim aktiven Befall fiel lediglich die Anlage 4 mit den Hochstämmen und in geringerem Masse die Anlage 18 auf. Bei der Kontrolle der Wellpapperinge am 17./18.7.04 spiegelte sich dieses Bild in den Ergebnissen wider (Tab. 3). Vor allem in der Umgebung von Anlage 4 war eine zweite Generation zu erwarten. In der Streuobstwiese „Schafweide“, die vermutlich den letztjährigen starken Befall mit Apfelwickler in den Anlagen 96 und 97 verursacht hatte, wurden bereits Puppenhülsen gefunden. Der Befallsdruck schien jedoch im Vergleich zum letzten Jahr deutlich reduziert und eher vergleichbar mit dem in Anlage 89.

Bei der Fruchtbonitur am 17./18.7.04 (Abb.en A3 und A4) zeigten sich die Folgen des „Spritzlochs“ von Ende Juli bis Mitte Juli. Der Schaden (Einbohrstellen) war im allgemeinen gering, von den Erwerbsobstanlagen wies lediglich die Anlage 40 einen Befall etwas über 1 % auf. Etwas stärkeren Befall hatte auch die Anlage 43. Die Anlage 4 zeigte wiederum aktiven Befall. Zahlreiche Anlagen hatten bei dieser Bonitur einen aktiven Befall bis 0,5 %, so dass ein Risiko für eine Spätvermadung in der zweiten Generation nicht ausgeschlossen werden konnte.

Die Auswertung der Wellpapperinge Anfang August zeigten einen hohen Befall in Anlage 4 (Tab. 4). Dort wurden auch noch Puppen gefunden, was auf ein deutliches Risiko einer Spätvermadung im Umfeld schliessen liess. In den anderen Anlagen wurden zwar Larven, jedoch fast keine Puppen gefunden.

Bei der Fruchtbonitur Anfang August zeigte sich ein deutlicher Befall in der Nähe der Anlage 4. Es handelte sich jedoch nicht wie vermutet vornehmlich um die Anlagen 5 und 3. Betroffen waren statt dessen vor allem die Anlagen in Windrichtung oberhalb dieser Anlage.

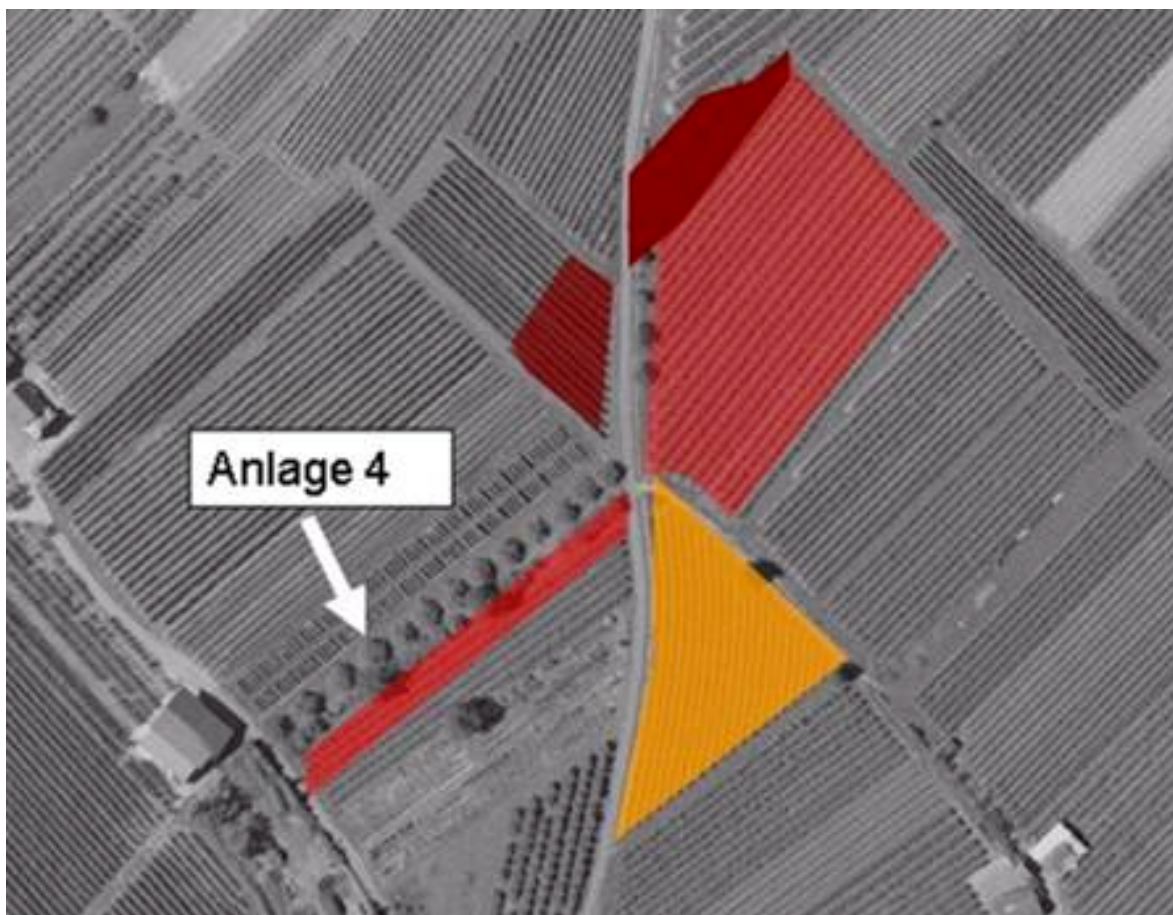


Abbildung 6: Befall in der Umgebung von Anlage 4 bei der dritten Bonitur im Jahr 2003

Anlage 3 war direkt angrenzend an die Hochstämme ebenfalls stärker befallen, der Befall liess aber innerhalb der Anlage deutlich nach. Anlage 40 hatte ebenfalls deutlich mehr Einbohrstellen, diese waren aber vom Larvenstadium her weiter als der Befall in den anderen Anlagen, so dass sie auf der Abb. 3 mit unterschiedlicher Farbe gekennzeichnet wurden. Ein grosser Teil dieses Befalls war aktiv.

Bei der Erntebonitur lagen die meisten Anlagen unter 1 %, auch die Randlagen, die im Jahr 2002 stärker befallen waren. Betriebswirtschaftlich relevante Schäden waren lediglich in der vorderen Hälfte der Anlagen 38 und 39 sowie den Anlagen 52, 42 und 41 zu beobachten. Sie blieben jedoch in allen Fällen unter 5 %.

Bei einer Kontrolle auf sehr späten Befall Mitte September wurde in Anlage 5 direkt unter den Hochstämmen noch etwas frischer Befall gefunden. In Anlage 39 beobachtete der Betriebsleiter beim Auslagern der Früchte im Winter ebenfalls frische Fraßstellen.

Ob diese vom Apfelwickler oder Schalenwickler herrührten, konnte nicht eindeutig geklärt werden. Ein Spätbefall durch Apfelwickler kann aber nicht ausgeschlossen werden.

Die Wellpappekontrollen nach der Ernte ergaben ein eindeutiges Bild: In Anlage 4 wurden an 14 Ringen 223 Larven gefunden. In den benachbarten Anlagen konnten ebenfalls Larven gefunden werden. Höherer Befallsdruck ist auch aus Anlage 33 zu erwarten.

Ein gewisses Augenmerk sollte auch auf die Anlage 107 gerichtet werden, die bei der Bonitur relativ hohen aktiven Befall aufwies. Anlage 63 zeigte ebenfalls einen gewissen aktiven Befall bei der Bonitur. Da die Anlage direkt nach der Ernte gerodet wurde, war eine Auswertung der Wellpapperinge nicht mehr möglich.

In Abb. 6 sind die „Befallsherde“ für den Ausgangsbefall für 2004 dargestellt, die sich aus dieser Auswertung ergaben.

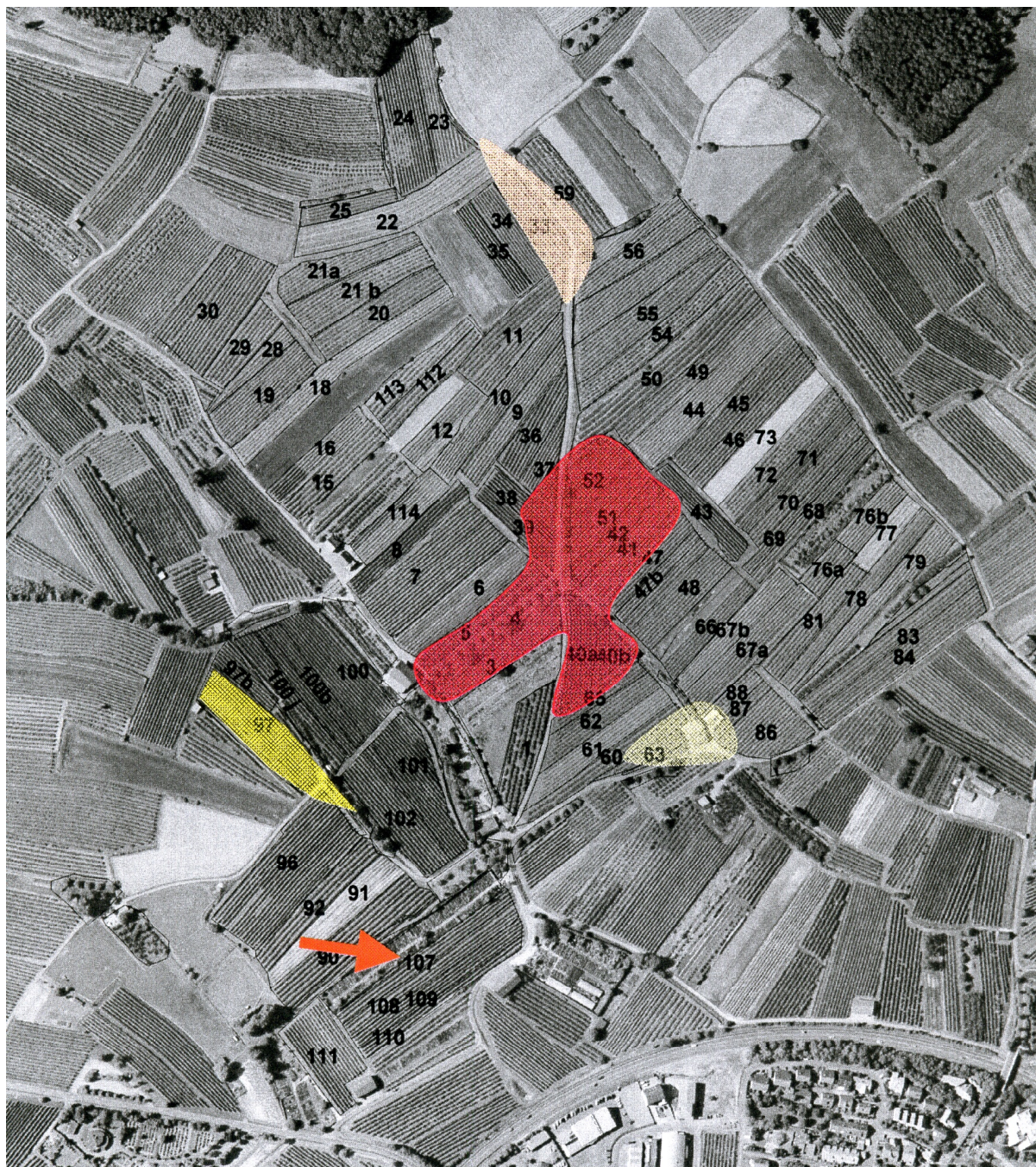


Abbildung 7: „Befallsherde“ beim Apfelwickler für den Ausgangsbefall für 2004

Die erste Bonitur am 30.6./1.7.04 ergab im gesamten Gebiet wenig Einbohrstellen mit Ausnahme der Anlage 24, die direkt an eine sehr schlecht geführte Anlage grenzt. In Anlage 23 ist der relativ hohe Befall auf den sehr geringen Behang zurückzuführen. In allen Anlagen konnte jedoch der aktive Befall komplett unter Kontrolle gehalten werden, so daß für den Beginn der zweiten Generation kein Befallsdruck zu erwarten war. Dies zeigte sich auch bei der Bonitur der Wellpapperinge am 21./22.7.04. Auch der Befallsdruck für die zweite Generation in den Streuobstanlagen und in Anlage 4 war sehr gering.

Bei der zweiten Bonitur am 21./22.7.04 waren in keinem Fall Einbohrstellen an über 1 % der Früchte festzustellen. In Anlage 24 zeigte sich jedoch ein gewisser Einfluss der Nachbaranlage, der aber mit den eingesetzten höheren Aufwandsmengen kontrolliert werden konnte. Der aktive Befall war in allen Anlagen auf sehr geringem Niveau, so daß die Prognose für den Befallsdruck für die zweite Generation sehr gut war.

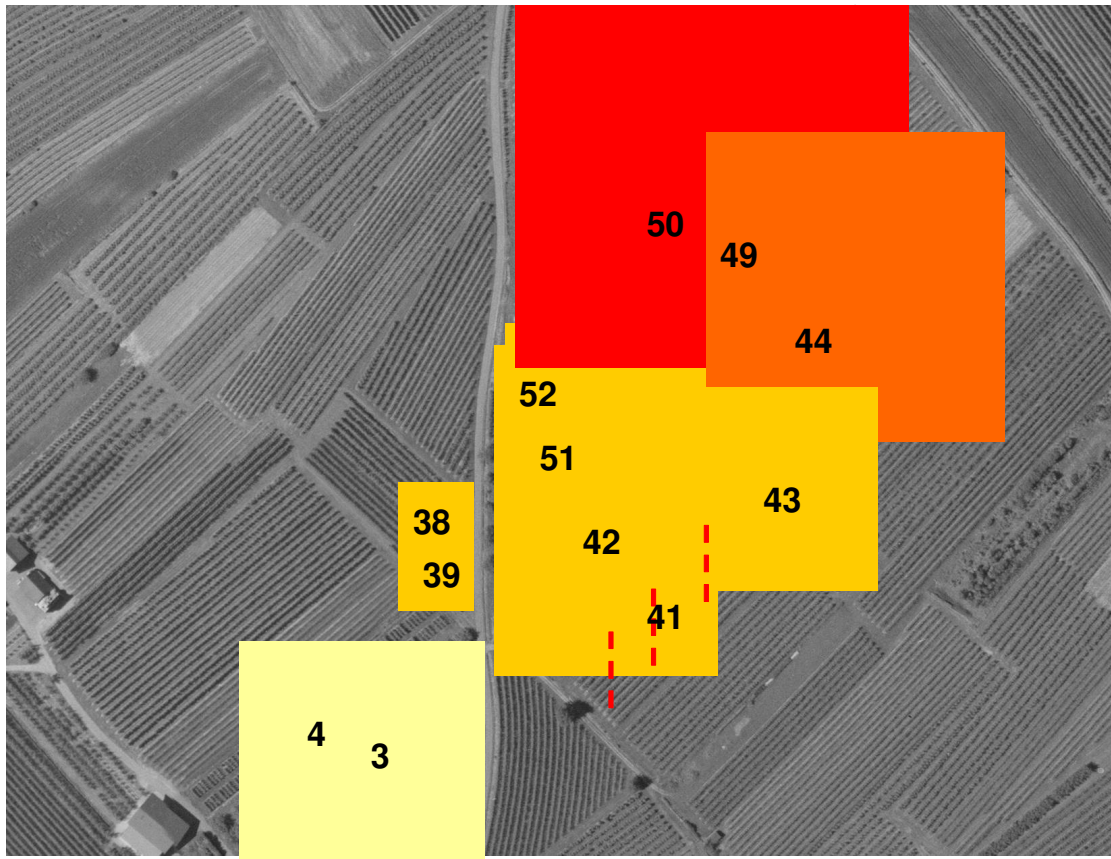


Abbildung 8: Bewahrung entsprechend dem Befallsbild im Jahr 2003 (gelb) und Befall im Jahr 2004 in der Umgebung der Hochstammanlage 4. Die Anlage 49 wurde wie Anlage 51 mit höherer Aufwandmenge behandelt und wies daher keinen Befall auf.



Abbildung 9: Befall in Anlage 96 und Lage der Birnen-Hochstämme (roter Pfeil)

Dies zeigte sich auch bei der Auswertung der Wellpapperinge. In keinem Fall wurden noch Puppen gefunden und es waren auch nur wenige Diapauselarven vorhanden. Auch im Streuobst war nur eine geringe Anzahl an Larven zu finden. In der Hochstammanlage 4 konnten weder Puppen noch Larven beobachtet werden.

Bei der dritten Fruchtbonitur am 3./4.8.04 zeigte sich der Befall der letzten Schlupfperiode der ersten Generation, bei der mit starker Eiablage zu rechnen war. Da von Anlage 4 ein erheblicher Befallsdruck aus dem Vorjahr zu erwarten war, wurde die Umgebung dieser Anlage entsprechend dem Befallsbild aus dem Vorjahr für eine Anwendung höherer Aufwandmengen bewarnt (Abb. 7).

Bei der Bonitur wurde dann jedoch Befall in Anlagen gefunden, die in Windrichtung noch weiter entfernt waren als die letztjährig befallenen Anlagen. Diese waren nicht gesondert bewarnt worden, so daß es dort zu Fruchtschäden kam (Abb. 7).

Zu gewissen Fruchtschäden kam es außerdem noch an den Rändern von Anlage 24, die direkt an eine nur unregelmäßig bewirtschaftete Obstanlage grenzt. Außerdem war ein gewisser Befall noch in Anlage 96 zu finden.

Im Gegensatz zum Jahr 2002 war aber in der vorderen Zone von Anlage 97 kein vergleichbarer Befall zu finden. Auch Anlage 92 war im vorderen Bereich nicht befallen. Hier wäre zumindest potentiell auch eine Herkunft des Befalls von einigen noch weiter als die Schafweide entfernten Birnen-Hochstämmen denkbar (Abb.8). Der aktive Befall war jedoch in allen Fällen relativ gering (Abb. A6).

Bei der Erntebonitur (Abb. A 7) zeigte sich der geringe Befallsdruck der zweiten Generation, jedoch auch die Schäden der ersten Generation, die teilweise noch mit erfaßt wurde. In den betroffenen Anlagen um die Hochstammanlage 4 war ausgedünnt worden und auch von der wissenschaftlichen Betreuung wurden zahlreiche Früchte entnommen, um Diapauselarven für die Biotests zu gewinnen. Daher sind die Werte bei dieser Bonitur für diese Anlagen nicht mehr ganz realistisch. In den meisten Anlagen lag der Befall unter 1 %, einige Anlagen waren zwischen 1,0 und 1,5 % an Einbohrstellen. In diesen Anlagen wurden nur sehr geringe Mengen an Madex eingesetzt, da es sich z.B. um Junganlagen (Anl. 100) oder um kaum behangene Anlagen (Anlage 23) handelte. In diesen Fällen ist auch wie in Anlage 63 der Prozentsatz der befallenen Früchte anders zu bewerten, da der Behang sehr niedrig war und daher pro Flächeneinheit ein höherer Prozentsatz der Früchte befallen wurde. Der Fruchtschaden in Anlage 90 war zum grossen Teil noch auf den bereits bei der letzten Bonitur beobachteten Befall aus der ersten Generation zurückzuführen.

Betrachtet man den aktiven Befall bei der Erntebonitur, so zeigte sich nur in Anlage 96 und Anlage 108 ein Ausgangsbefall für 2005, der über der 1 % - Schwelle liegt. In dieser Anlage wurde nicht weiter darauf geachtet, da sie Ende des Jahres 2004 gerodet wurde. Bei den Wellpapperingen gilt ein Wert von 0,1 Larven pro Baum als kritischer Wert, ab dem zusätzliche Behandlungen zur Verwirrungsmethode notwendig werden. Dieser Wert wurde nur in den Anlagen 40 b, 23 Rand, 52 und 97 knapp überschritten. In Anlage 24 wurden versehentlich keine Ringe angelegt, es ist aber davon auszugehen, daß auch dort ein etwas höherer Wert erreicht wurde.

Bei den Hochstämmen waren im Vergleich zum Vorjahr (Anlage 4 über 16 Larven pro Baum, Schafweide ca. 200 Larven) sehr geringe Larvenzahlen zu finden.

Im Jahr 2005 kam es zu Beginn der Saison zu sehr günstigen Bedingungen für den Apfelwickler. Bei der ersten Bonitur zeigte sich daher anhand der Einbohrstellen schon sehr gut der Befallsdruck aus dem Vorjahr (Abb. A3). Hierbei zeigte sich deutlich, dass der Befallsdruck im Gebiet stark reduziert wurde. Lediglich die Anlage 50, die im Vorjahr noch durch die Probleme rund um Anlage 4 betroffen war, zeigte einen etwas höheren Befall. Auch in Anlage 47 war hier noch ein leicht höherer Befallsdruck offensichtlich. Durch die Behandlungen konnte der aktive Befall sehr gut eingedämmt werden (Abb. A4).

In den Anlagen 23 und 59 wurden zwar wenige lebende Larven gefunden, sie waren aber schon offensichtlich kurz vor dem Absterben.

Da sich der Schlupf der ersten Generation sehr lange hinzog, wurde erst Ende Juli wieder bonitiert. Dabei zeigte sich lediglich in Anlage 66 aufgrund eines Behandlungsfehlers ein Schaden knapp unter 2 % sowie in Anlage 3 ein Schaden von 1,1 %, der auf ein einzelnes „Befallsnest“ zurückzuführen war. Ansonsten waren alle Anlagen mit unter 1 % Befall sehr problemlos (Abb. A5). Es wurde insgesamt kaum aktiver Befall gefunden, so dass die Perspektive für die zweite Generation sehr positiv war (Abb. A6).

Da sich die erste Generation nach wie vor sehr lange hinzog, wurde mit der dritten Bonitur fast bis Mitte August gewartet, um alle Einbohrungen der ersten Generation zu diesem Termin zu erfassen. Auch zu diesem Termin gab es keine „Problemanlagen“ wie in den Jahren zuvor. Nur in Anlage 4 und 40b direkt unter dem Birnenhochstamm konnte ein Schaden von 1,6 bzw. 2,1 % festgestellt werden (Abb. A 7). Der aktive Befall blieb überall unter 1 % (Abb. A8).

Auch bei der zweiten Generation blieb der Befall eher gering. Lediglich in Anlage 107 in der Randreihe konnte höherer Befall gefunden werden. Dies war wohl darauf zurückzuführen, dass dort in der Ecke zur Strasse eine neue Feldscheune gebaut wurde. Dafür wurde einige der Streuobstbäume von Anlage 89 gerodet. Es entstand eine grosse freie Fläche, die nicht mit Dispensern abgehängt werden konnte. Ausserdem konnte diese Randreihe aus fahrtechnischen Gründen (Baugrube) nicht mitbehandelt werden. Etwas höherer Befall war noch in Anlage 40b unter dem Birnbaum und der Hochstammanlage 4 festzustellen. Einige Junganlagen sowie extensiv behandelte Anlagen wiesen zwischen 1,0 und 1,5 % Befall auf (Abb. A9). Der aktive Befall war in allen Anlagen ausser Anlage 107 sehr niedrig (Abb. A10). Die Auswertung der Wellpapperinge an den Hochstammbäumen ergab ebenfalls eine niedrige Population (Abb. A11), so dass insgesamt für das Jahr 2006 ein sehr niedriger Befallsdruck im gesamten Gebiet zu erwarten ist.

3.3 Kleiner Fruchtwickler

Der Kleine Fruchtwickler *Grapholita lobarzewskii* Now. stellte anfangs nur in wenigen Anlagen ein Problem dar. Wird jedoch bei der Regulierung des Apfelwicklers auf breitenwirksame Insektizide verzichtet, besteht die Möglichkeit, dass der Kleine Fruchtwickler vermehrt auftritt.

3.3.1 Monitoring und Erfassung des Befalls

Das Befallsrisiko sollte durch die Kontrolle von Pheromonfallen erfasst werden, so dass bei Bedarf eine Bekämpfung mit spezifischen Insektiziden noch erfolgen konnte. Dies erwies sich jedoch als wenig erfolgversprechend. So wurde in den Jahren 2004 und 2005 dazu übergegangen, die erste Bonitur relativ früh durchzuführen, wenn der erste Befall mit Kleinem Fruchtwickler zwar bereits sichtbar der Hauptschlupf aber noch zu erwarten war. Die Erfassung des Befalls erfolgte zeitgleich mit der des Apfelwicklers mit derselben Methode. Kritische Anlagen wurden gezielt an mehreren Anlagenteilen bonitiert, um dem typische „nesterweise“ Auftreten des Kleinen Fruchtwicklers Rechnung zu tragen.

3.3.2 Entwicklung des Befalls mit Kleinem Fruchtwickler im Untersuchungszeitraum

Zu Projektbeginn im Jahr 2002 wurden starke Fallenfänge vor allem im oberen Bereich am Wald (Anlagen 23 und 24 und Umgebung) sowie vereinzelt im Gebiet registriert. Die Anlagen 23 und 24 wurden daraufhin mit Insegar behandelt. Es trat auch Spätbefall auf, d.h. Anlagen, die erst nicht befallen waren, wiesen im Sommer dann leichte Schäden auf. Besonders in Heckenähe (z.B. Anlage 56, es war nur die Randzone befallen) kam es zu lokalem Befall der nur an einem Boniturtermin beobachtet werden konnte.

Im Jahr 2003 wurden für Monitoring des Kleinen Fruchtwickers wieder zahlreiche Pheromonfallen im Gebiet verteilt aufgehängt.

In den Anlagen 23 und 24 sowie in Anlage 111 waren die Fallen so stark fängig (über 100 Falter), dass eine Behandlung mit Insegar durchgeführt werden musste.

In Anlage 56 wurden ebenfalls relativ hohe Fangzahlen beobachtet. Der Betrieb behandelte aber nur einen Teil der Anlage, um die Effekte zu beobachten. In Anlage 90 war die Falle am vorderen linken Ende der Anlage aufgehängt. Da kaum Falter gefangen wurden, unterblieb eine Behandlung. Bei der ersten Bonitur wurde dann in der hinteren rechten Hälfte der Anlage, die an die Gärtnerei und die Anlage 111 angrenzen, Befall bis zu 3 % festgestellt (Abb. 10). Verteilt auf die gesamte Anlage ergibt sich daraus ein Schaden von 1,3 %. Etwas stärkerer Befall, der aber unter der Grenze von 1 % blieb, wurde in den Anlagen 3 und 4 sowie 40 und 112 beobachtet. Bei der zweiten Bonitur Mitte Juli war Anlage 3 dann allerdings sehr stark befallen. Der Schaden war in der Hälfte der Anlage, die an Anlage 4 grenzt, deutlich höher als in der anderen, zur Gärtnerei gewandten Hälfte der Anlage. Auch in der Randreihe von Anlage 90 hatte sich der Befall etwas verstärkt. In den anderen Anlagen trat fast überall schwacher Befall auf, er überschritt jedoch nirgends die 1 %-Grenze. Bei der Erntebonitur wurden dann noch in Anlage 56 (auch in der mit Insegar behandelten Parzelle) sowie in Anlage 63 und 107 frische Einbohrstellen des Kleinen Fruchtwickers gefunden. Der Schaden blieb jedoch unter 1 %. Der Kleine Fruchtwickler war im Jahr 2003 somit im gesamten Gebiet präsent.

Während der Apfelwickler immer mehr „unter Kontrolle“ war, stellte der Kleine Fruchtwickler also bereits im Jahr 2003 ein zunehmendes Problem im untersuchten Gebiet dar. Das Monitoring mit Fallen und eine Bewarnung von stärker befallenen Anlagen gestaltet sich aufgrund des nesterweisen Auftretens schwierig, wie sich in Anlage 90 deutlich zeigte.

Im Jahr 2004 gestaltete sich das Monitoring mit Fallen und eine Bewarnung von stärker befallenen Anlagen aufgrund des nesterweisen Auftretens schwierig, wie sich bereits im Jahr 2003 in Anlage 90 deutlich zeigte. Da die betroffenen Anlagen 90 und 63 gerodet und neu bepflanzt wurden, wurde nur die ebenfalls stark befallene Anlage 3 teilweise mit synthetischen Insektiziden behandelt. Für die restlichen Anlagen war geplant, Fallen aufzuhängen und anhand dieser sowie der Ergebnisse der ersten Bonitur Anfang Juli den Befallsdruck abzuschätzen und gegebenenfalls gefährdete Anlagen zu bewarnen. Anlage 24 wurde von der wissenschaftlichen Betreuung als stark gefährdet bewarnt, in geringerem Maß die Anlagen 12, 1, 52, 56 sowie die vordere Hälfte von Anlage 39. Die Betriebsleiter entschlossen sich alle, nicht zu behandeln, um das tatsächliche Auftreten des Fruchtwickers zu beobachten.

Bei der zweiten Bonitur zeigten sich Schäden in den Reihen neben der Hecke in Anlage 56 sowie in Anlage 24. Die restlichen Anlagen waren unproblematisch, auch der unbehandelte Teil von Anlage 3 und die im letzten Jahr betroffene Anlage 111. Bei den restlichen Bonituren stieg der Befall in Anlage 24 nochmals stark an, ansonsten kam es nicht mehr zu „Überraschungen“.



Abbildung 10: Befallssituation und Lage der Pheromonfalle für den Kleinen Fruchtwickler in Anlage 90 im Jahr 2003. Der rote Pfeil markiert die Stelle, an der die Pheromonfalle aufgehängt war, die rote Fläche zeigt die scharf abgegrenzte Zone mit starkem Befall

Im Jahr 2005 wollten die Betriebsleiter auch in den vom Kleinen Fruchtwickler gefährdeten Anlagen komplett auf synthetische Insektizide verzichten. Daher wurden in Anlage 24, in Anlage 3 und 5 im Rahmen eines Versuchs Dispenser ISOMATE C-OFM aufgehängt, bei denen das Pheromon des Apfelwicklers mit dem des Kleinen Fruchtwicklers kombiniert ist.

Bei der ersten Bonitur am 5./6.7.06 wurden die Anlagen 24, 56 und 3 sowie 50 als potentiell gefährdet eingestuft und ein möglicher Insektizideinsatz diskutiert (Abb. A9). Die Betriebsleiter haben aber allesamt darauf verzichtet. Bei der zweiten Erhebung am 28./29.7.06 gab es dann in Anlage 24 am Waldrand Schäden bis 10 %.

Ansonsten kam es nur in den Anlagen 35 und 56 zu etwas höherem Befall (bis 1,5 %) (Abb. A10). Mitte August zeigte sich ein Befall etwas über 1 % noch in Anlage 111, ansonsten kam es nicht mehr zu Schäden (Abb. A11). Bei der Erntebonitur zeigte sich ein vermehrtes aber nicht ernsthaft problematisches Auftreten des Kleinen Fruchtwicklers noch in den Anlagen 3, 22 55 und 40 (Abb. A 12). Befall gefunden wurde aber inzwischen in fast allen Anlagen.

3.4 Fruchtschalenwickler

Der Fruchtschalenwickler hatte im untersuchten Gebiet zuletzt im Jahr 2000 durch überraschenden Befall sehr hohe Schäden verursacht. Eine langfristige Regulierung über den Einsatz von Capex wurde angestrebt.

3.4.1 Behandlungen mit Granuloviren

Die Behandlungen mit Capex erfolgten zur Grünen Knospe und zur Roten Knospe im Frühjahr jeweils mit halber Aufwandmenge (25 ml/ha und m Kh). Im Sommer wurde in den Jahren 2002 bis 2004 jeweils zweimal 1/10 der Aufwandmenge eingesetzt (5 ml/ha und m Kh). Im Jahr 2003 wurde nach der ersten Bonitur je nach Anlage und Befallsdruck noch einmal eine höhere Menge Capex eingesetzt. Im Jahr 2005 wurde auf die Sommerbehandlung verzichtet. Die umliegenden Strukturen wurden aus technischen Gründen bei der Behandlung mit Apfelwicklergranuloviren im Sommer einmalig mit voller Aufwandmenge mitbehandelt. Dies unterblieb in den Jahren 2004 und 2005 aufgrund der niedrigen Populationen. Die Zwetschenanlagen im Gebiet wurden ab dem Jahr 2003 im Frühjahr einmal mit voller Aufwandmenge behandelt.

3.4.2 Erfassung des Befalls, der Parasitierung und der Anzahl GV-infizierter Larven

Die Bonitur des Befalls durch Fruchtschalenwickler und andere Wicklerarten erfolgte jeweils im Frühjahr zu zwei Terminen kurz vor und zur Blüte. Im ersten Projektjahr 2002 wurde hier nur eine Bonitur durchgeführt. Dann zeigte sich aber, dass für eine sichere Prognose zwei Bonituren notwendig waren. Im letzten Projektjahr erfolgte nur eine Bonitur zur Blüte, um das Schalenwicklerspektrum nochmals genau zu erfassen. Die Sommergeneration des Schalenwicklers wurde ebenfalls zu zwei Terminen bonitiert, wobei versucht wurde, den ersten Termin so zu legen, dass die ersten Larven im dritten bis vierten Larvenstadium waren. Beim zweiten Termin sollte der Spätbefall erfasst werden. Die Larven des Fruchtschalenwicklers wurden einzeln zusammen mit einem möglichst großen Blatt aus der Anlage direkt in Plastikdöschen gesammelt. Da ab dem Jahr 2003 weitere Schalenwicklerarten in grösserer Zahl auftraten, wurde bereits bei der Sammlung eine visuelle Kontrolle der Larven durchgeführt und die vermutete Art bei der Beschriftung mit vermerkt. So konnten auch die Schadsymptome (z.B. bei der Palpenmotte) mit in die Bestimmung der Larven eingehen.

Die Plastikdöschen verblieben im Labor bis zum Schlupf oder zum Absterben der Larven. Meistens reichte das Blatt als Nahrungsgrundlage bis zur Verpuppung aus. Musste das Döschen geöffnet werden, um nochmals Blätter zu füttern, wurde dies auf dem Döschen gesondert markiert.

Die abgestorbenen Larven wurden tiefgefroren und dann zur weiteren Untersuchung an die Biologische Bundesanstalt in Darmstadt gebracht. Bestimmt wurden aus der Sammlung außerdem die Parasitoide, sowie die Anzahl der geschlüpften Adulten und evtl. aufgetretene andere Wicklerarten. Die Bestimmung abgestorbener Larven, die anderen Fruchtschalenwicklerarten zugeordnet werden konnten, erfolgte ggf. über eine Bestimmung der Mandibeln. Bei den toten Larven des Fruchtschalenwicklers wurde bestimmt, ob sie an GV gestorben waren. Dies erfolgte anfangs mit einem mikroskopischen Verfahren an der BBA Darmstadt, später dann mittels PCR am DLR in Neustadt.

3.4.3 Befallsverlauf und Parasitierung der verschiedenen Schalenwicklerarten im untersuchten Zeitraum

Zu Projektbeginn gingen die Betriebsleiter von einem sehr niedrigen Ausgangsbefall mit dem Fruchtschalenwickler *Adoxophyes orana* im Gebiet aus. In den Anlagen 29, 31 und 32 fiel jedoch bereits bei der Frühjahrsbonitur hoher Befall auf. Im Sommer 2002 wurden diese Anlagen mit synthetischen Insektiziden behandelt, um Fruchtschäden zu vermeiden und den Befallsdruck auf ein niedriges Niveau zu reduzieren.

Stärkerer Spätbefall trat im Sommer in Anlage 39 auf, zur Sicherheit wurde ebenfalls behandelt. Anlage 39 fiel bei der Frühjahrsbonitur nicht auf. Dabei muss aber berücksichtigt werden, dass im Frühjahr 2002 nur eine Bonitur durchgeführt wurde. Spät aufgetretene Larven könnten dabei nicht erfasst worden sein. Nesterweise zeigte sich im Sommer in einigen Anlagen Befall, der zwar nicht behandelt wurde und auch nicht zur Fruchtschäden führte, jedoch beobachtet werden musste. Daher wurden im nächsten Jahr zwei vollständige Bonituren des Fruchtschalenwicklers im Frühjahr durchgeführt.

In der Nähe des Befallsherdes um die Anlagen 31,32 und 29 befanden sich zahlreiche Zwetschenanlagen. In mehreren Anlagen wurden im Sommer Schalenwicklerlarven gefunden. Daher sollten im Frühjahr 2003 diese Steinobstanlagen in die Capex-Behandlung mit einbezogen werden.

Bei der Ernte lag der Befall in allen Anlagen unter 1 %.

Bei der ersten Frühjahrsbonitur im Jahr 2003 zeigte sich der Schalenwickler im ganzen Gebiet präsent. Die Anlagen 19, 67 b und 36 wiesen einen Befall etwas über 0,5 % auf. Im gesamten Bereich links der Strasse wurden relativ viele Larven gefunden. Bei der zweiten Bonitur am 1.5.03 war noch Anlage 7 auffällig, ansonsten wurden eher weniger Larven beobachtet als bei der ersten Auswertung.

In den Zwetschenanlagen im Gebiet wurden mehrere Schalenwicklerlarven gefunden. Eine Behandlung mit Capex erfolgte umgehend.

Bereits in der letzten Juniwoche traten die Larven der Sommergeneration in Erscheinung. Im gesamten Gebiet war der Befall unerwartet hoch. Die Anlagen 9, 37 und 7 waren mit über 5 % befallenen Trieben über der Schadschwelle. In Anlage 7, 36 und 37 wurde nochmals eine volle Aufwandmenge Capex ausgebracht. Anlage 9 wurde mit Mimic behandelt. Im restlichen Gebiet wurde sicherheitshalber für den Sommer eine etwas höhere Aufwandmenge an Capex als geplant empfohlen. Bei der zweiten Bonitur einige Tage später waren jedoch keine weiteren Anlagen mehr auffällig. In den Anlagen mit den Nummern 90 ff und 111 stieg der Befall jedoch noch leicht an während er im restlichen Gebiet bereits deutlich abnahm. Dies deutet auf eine etwas spätere Lage hin.

Bei der Auswertung der gesammelten Larven im Jahr 2003 zeigte sich eine sehr hohe Parasitierung von fast 80 % im Sommer. Dies war wesentlich mehr als im Jahr 2002 (Abb. 11). Bei den Parasitoiden traten auch zwei neue Arten, *Meteorus ictericus* Nees und *Cotesia ater* Ratz, in Erscheinung, d.h. die Diversität wurde etwas grösser.

Bei den Frühjahrsbonituren im Jahr 2004 zeigte sich ein völlig verändertes Bild: Es wurde zwar eine grosse Anzahl an Larven gefunden, von den insgesamt 533 gesammelten Larven konnten aber nur 32 eindeutig als *Adoxophyes orana* bestimmt werden. Drei davon entwickelten sich zu adulten Faltern, 5 waren von *Teleutaeta striata* parasitiert und 24 waren tot. Die Population des Fruchtschalenwicklers brach 2004 völlig zusammen. Auch bei den Sommerbonituren wurden nur in Anlage 28 mehrere Larven gefunden, ansonsten war die Population so gut wie nicht vorhanden. Ob dies auf die hohe Parasitierung und/oder die GV-Anwendungen zurückzuführen ist, bleibt offen.

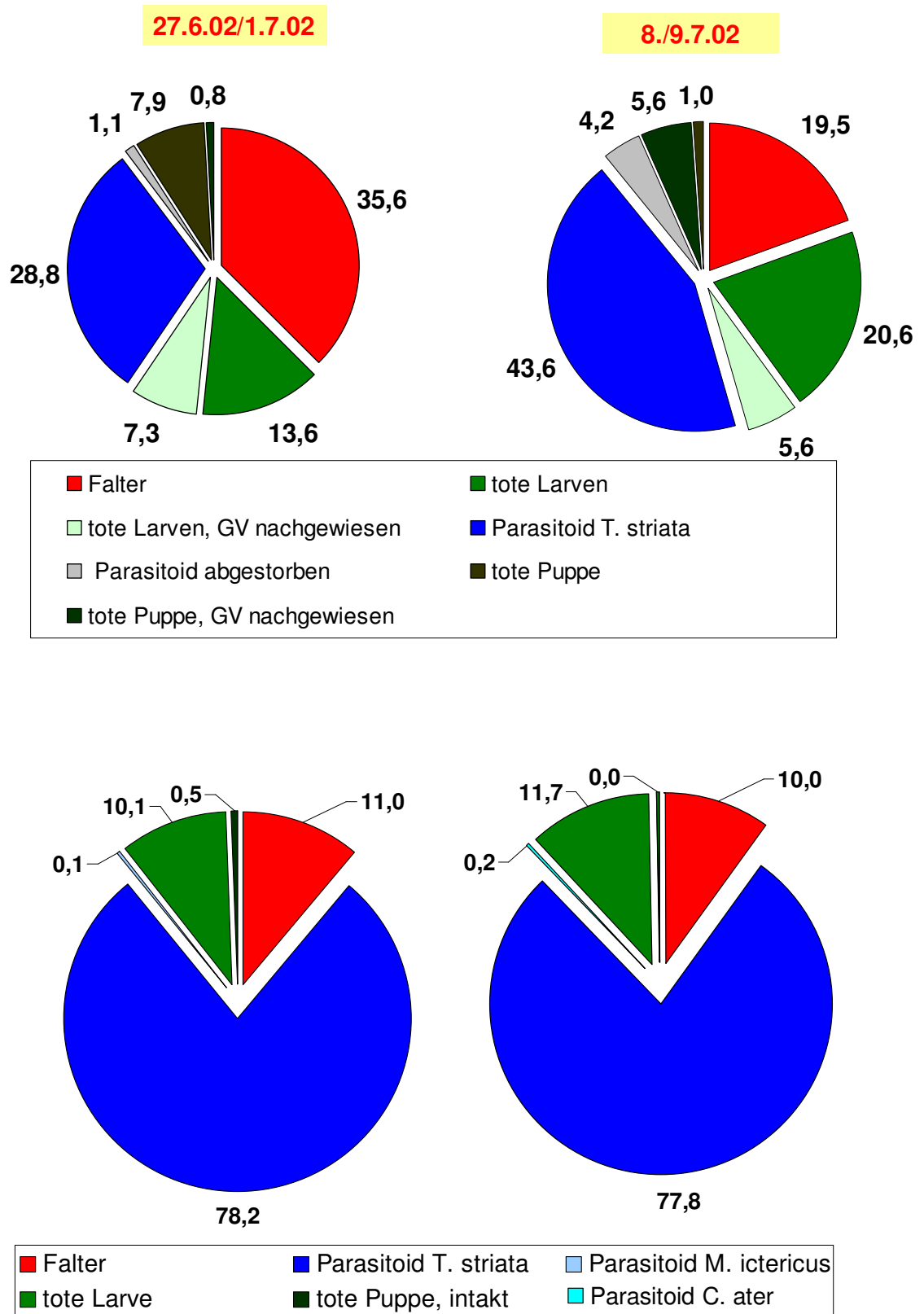


Abbildung 11: Anteil (%) der Parasitierung und anderer Mortalitätsfaktoren der Fruchtschalenschwilerlarven an den beiden Bonituren im Sommer 2002 (oben) und 2003 (unten).

In den letzten Jahren war der Fruchtschalenwickler im Bodenseeraum eher selten und trat oft nur sporadisch auf.

Dasselbe gilt auch für die plötzliche Zunahme anderer Arten. Auch diese konnte 2004 im gesamten Gebiet beobachtet werden. Von den 533 im Frühjahr 2004 gesammelten Larven waren über 250 Palpenmotten (*Recurvaria leucatella* Clerck), eine indifferente Gelechiidenart, die keinen Schaden verursacht. Im Gegensatz zu den Vorjahren konnte jetzt eine grosse Zahl anderer Arten beobachtet werden. Diese durchlaufen alle nur eine Generation, so daß sie bei den Sommersammlungen nicht zu finden sind. *Argyrestia cornella* F. und *Pandemis heparana* traten 2004 erstmals auf.

Wie bereits im Jahr 2003 konnten *Ptycholoma lecheana* L. und vor allem im Sommer die Buchenmotte *Diurnea fagella* Dennis & Schiffermüller gefunden werden. Die Population der Buchenmotte hatte 2004 ebenfalls zugenommen.

Zunehmend wurde 2004 auch der Rote Knospenwickler *Spilonota ocellana* Den. & Schiff. beobachtet. Er war bereits im Jahr 2003 etwas häufiger gewesen, trat aber erst im Frühjahr 2004 vermehrt auf (Abb. A16). Die meisten der im Herbst 2004 beobachteten Fruchtschäden (Abb. A17) dürften auf ihn zurückzuführen sein. Bis auf Anlage 92, in der an einem grossen „Flecken“ auffälligem Fruchtbefall beobachtet wurde, kam es im Jahr 2004 aber nicht zu ernsthaften Schäden. Nur in Anlage 28 war ein gewisser Befall durch den Fruchtschalenwickler festzustellen.

Im Frühjahr 2006 erfolgt nur eine Bonitur des Schalenwicklerbefalls. Da offensichtlich war, dass der Fruchtschalenwickler *Adoxophyes orana* wenig vertreten war, wurde der Termin relativ spät gewählt (3./4.5.06), um die anderen Arten, die etwas später in Erscheinung treten, möglichst gut zu erfassen. Von den 454 Larven, die im Gebiet gefunden wurden, waren nur 16 Fruchtschalenwickler. Die meisten Larven wurden als Palpenmotten (278) bestimmt, ansonsten wurden noch wenige Larven von *Ptycholoma lecheana* und 2 Larven von *Pandemis heparana* gefunden. Der Rote Knospenwickler breitete sich weiter aus (Abb. 18). Auch der Kleine Frostspanner *Operophtera brumata* und diverse Eulenraupen wurden im Jahr 2005 vermehrt gefunden. Daraufhin wurde zur abgehenden Blüte in einigen Anlagen eine Behandlung mit Mimic (Tebufenozid) empfohlen. Da die Frostspannerlarven sehr spät auftraten, konnten sie zu diesem Zeitpunkt zu einem grossen Teil noch erfaßt werden, so daß keine Fruchtschäden entstanden. Die Schalenwicklerschäden bei der Erntebonitur lagen fast nie höher als 1 %, waren aber meist auf den Roten Knospenwickler zurückzuführen. Nur in den Anlagen 63 und Umgebung wurden Fruchtschalenwickler festgestellt (Abb. A19).

3.5 Untersuchungen zur Ausbildung von Resistenzen gegenüber dem Apfelwickler-Granulovirus

Im Jahr 2004 wurden drei Apfelwicklerstämme aus dem Freiland auf Ausbildung von Resistenzen gegenüber dem Apfelwicklergranulovirus untersucht: Die erste Population (BW-IM-03) stammte aus der zusammenhängenden Versuchsfläche des Projektes von fast 40 ha nahe Immenstaad am Bodensee. Sie wurden in Wellpappegürteln gefunden, die Anfang August 2003 angebracht worden waren. Bei der zweiten Population (BW-FN-03) handelte es sich um die vorgesehene Vergleichsfläche mit langjähriger Anwendung von CpGV. Die Anlage ist etwa 5 km von Immenstaad entfernt. Sie wurde 1992 auf Grünland gepflanzt und seither ökologisch bewirtschaftet. Die Apfelwicklerbekämpfung erfolgte nur mittels CpGV, das regelmäßig mit je nach Befallsgefahr variierenden Aufwandmengen ausgebracht wurde. In der Anlage war immer etwas Befall vorhanden, der aber keinen Anlass zur Besorgnis gab.

Die Population BW-FI-03 aus dem südbadischen Raum wurde in die Untersuchungen mit einbezogen, da sie Auffälligkeiten aufwies. Die Anlage wurde im Herbst 1996 auf Ackerland gepflanzt und seither ökologisch bewirtschaftet (Apfelwicklerbehandlung mit CpGV nach Warndienstaufruf). Ab 2002 kam zusätzlich die Verwirrungsmethode zum Einsatz, da der Befall immer stärker wurde. Trotz Einsatz der Verwirrungsmethode in Kombination mit CpGV konnte der Befallsdruck 2003 nicht reduziert werden, die erste Anwendung erfolgte aber zu einem Termin, der für die bereits sehr hohe Population vermutlich etwas zu spät lag.

Tabelle 2: Vergleich der Empfindlichkeit von Erstlarven (F1-Generation) der verschiedenen Apfelwicklerpopulationen gegenüber dem CpGV im Biotest nach 6 bzw. 14 Tagen. Aus den Mortalitätswerten wurden für jede Apfelwicklerpopulation eine gemeinsame Probit-Regressionsgerade und daraus die LC₅₀-Werte berechnet.

Apfelwicklerstamm	Versuchsdauer	LC ₅₀ [G/ml Medium] (95% Vertrauens- grenzen)	Steigung (Standard- abweichung)
Laborstamm	6 Tage	5,1 x 10 ³ (4,48 – 5,82)	1,77 (0,126)
	14 Tage	3,41 x 10 ² (2,74 - 4,41)	1,61 (0,186)
Bodensee I (BW-IM-03)	6 Tage	8,57 x 10 ³ (6,87 – 10,76)	1,49 (0,130)
	14 Tage	1,69 x 10 ² (1,05 - 2,49)	1,29 (0,129)
Südbaden (BW-FI-03)	6 Tage	— [*]	— [*]
	14 Tage	3,02 x 10 ⁵ (2,07 - 4,62)	0,52 (0,041)
Bodensee II (BW-FN-03)	6 Tage	— [*]	— [*]
	14 Tage	8,16 x 10 ⁴ (5,09 - 13,80)	0,41 (0,037)

*Aufgrund zu niedriger Mortalitätswerte konnte keine signifikante Regression berechnet werden.

Die Ergebnisse der Untersuchungen zur Empfindlichkeit dieser Apfelwicklerstämme waren sehr eindeutig, für die Fachwelt aber auch sehr überraschend (Tabelle 2). Es konnte bei den Populationen aus den Öko-Anlagen eine um zwei bis drei Zehnerpotenzen geringere Empfindlichkeit gegenüber CpGV festgestellt werden. Die Population aus dem untersuchten Gebiet in Immenstaad wies dagegen eine normale Empfindlichkeit auf.

Da noch nie zuvor eine Minderempfindlichkeit gegenüber CpGV festgestellt worden war, sollte in einem ersten Schritt im Rahmen einer Erweiterung dieses Projektes untersucht werden, ob noch andere Populationen betroffen sind. Daher wurden in den Jahren 2004 und 2005 im ganzen Bundesgebiet Populationen gesammelt, bei denen trotz intensiver Anwendung von CpGV keine gute Wirkung mehr beobachtet werden konnte. Ein großer Teil dieser Population stammte aus ökologisch bewirtschafteten Anlagen, wo CpGV oft als einzige Bekämpfungsmaßnahme zum Einsatz kommt. Da es sich um eine größere Zahl von Populationen handelte, wurde eine Codierung eingeführt.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind im Folgenden dargestellt.

3.5.1 Herkunft der untersuchten Freilandstämme des Apfelwicklers (AW-Stämme)

Zum Absammeln der Apfelwickler wurden in verschiedenen Apfelanlagen Ende August Wellpapperinge, die an Baumstämmen angebracht worden waren sowie befallene Früchte eingesammelt und diese bis zur vollständigen Entwicklung der Larven bei Raumtemperatur gelagert.

Eine Zusammenstellung der verschiedenen Apfelanlagen zeigt die nachstehende Tabelle 3. Die Anzahl an gesammelten Tieren variierte sehr stark, was auf die unterschiedliche Größe der Anlagen und deren AW-Befallsstärke zurückzuführen war. Für die Untersuchungen im Labor konnten in der Regel nur dann Biotests durchgeführt werden, wenn pro Anlage mindestens 50-100 Diapausetiere zur Verpuppung kamen.

Tabelle 3: Übersicht der Apfelanlagen, in denen 2004 Diapauselarven des Apfelwicklers zur Überprüfung von Resistenzen gesammelt wurden.

Code	Beschreibung	Anzahl gesammelter Tiere
BW-FN-04-S	Streuobstanlage neben dem Biobetrieb BW-FN	130
Kein Code	Unbehandelte Wildpopulation Überlingen/Bodensee	96
BW-FN-04-S	Streuobstanlage neben dem Biobetrieb BW-FN	130
BW-FI-04-S	Unbehandelte Streuobstanlage in Südbaden neben BW-FI	7
BW-IM-04	Untersuchtes Gebiet	206
BW-HA-04	IP-Betrieb in Hattgau/Bodensee GV-Wirkung noch nie so gut, wie erhofft	86
BW-OK-04	IP-Betrieb in Oberkirch GV + Verwirrung + Insektizide seit 2000	200
BW-DE-04	Bio-Betrieb 100 km von Südbaden ca. 40% Befall 2004	372
BW-FI-04	Bio-Betrieb in Südbaden, 2003 bereits positiv getestet, intensiver GV-Einsatz über 1 Jahr	419
RP-NS-04	Bio-Betrieb bei Neustadt ca. 30-40 % Befall 2004	66
RP-GS-04	Bio-Betrieb RP-Grafschaft mit starken AW-Problemen 2003 und mäßigem Befall 2004	9
SL-SA-04	Bio-Betrieb im Saarland mit starkem Befall (80% in 2004)	239

Tabelle 4: Übersicht der Apfelanlagen, in denen 2005 Diapauselarven des Apfelwicklers zur Überprüfung von Resistenzen gesammelt wurden.

Code	Beschreibung	Anzahl gesammelter Tiere
BW-HI-05-B	Bio-Betrieb im Bodenseeraum ca. 50% Befall	92
BW-HI-05-IP	IP-Betrieb in ca. 500 m Entfernung von BW-HI-05-B), viel Madex-Einsatz, mit AW-Problemen	124
BW-OKT-05	IP-Betrieb mit Problemen, Oberkirch-Tiergarten	24
BW-TU-05	Bio-Betrieb bei Tübingen, starker Befall	84
BW-HA-05	IP-Betrieb Bodensee, AW-Population 2004 bereits getestet	14
BW-OD-05	Bio-Betrieb Bodenseeraum, Verdacht auf Resistenz	179
BW-KH-05	Bio-Betrieb im Bodenseeraum, Verdacht auf Resistenz	280
BW-RH-05	Bio-Betrieb Remstal, Verwirrung fast ohne GV, starker Befall	201
BW-HN-05	Bio-Betrieb bei Heilbronn, starker Befall	140
BW-OK-05	IP-Betrieb Oberkirch, AW-Population 2004 bereits getestet	40
BW-IM-05	Population, die 2004 im untersuchten Gebiet gesammelt wurde mit Schwerpunkt Streuobst	69
BW-FN-05-S	Streuobst nahe Anlage Bodensee II BW-FN	29
BW-FN-05	Teil der Bio-Anlage BW-FN, bereits 2003 getestet	360
BW-FN-05	Bio-Anlage, Konzentrationsversuch in dieser Anlage (BR = reduziert = 10 ml/ha, BV = voll = 100 ml/ha) Ergebnisse siehe Abschlussbericht Projekt UM 022/2	408 + 150
BW-FI-05	Bio-Betrieb Südbaden, AW-Population 2003 und 2004 bereits getestet	40
HE-WI-05	Bio-Betrieb in Hessen, Probleme im Jahr 2000, dann wieder nicht, 2005 90 % Befall	215
NRW-WE-05	Bio-Betrieb in NRW, starke Probleme	126
RP-NS-05	Bio-Betrieb bei Neustadt, AW-Population 2004 bereits getestet	245
RP-MA-05	Bio-Betrieb, Mainz, jahrelang starker Befall	138
RP-NSH-05	IP-Anlage Neustadt, GV nie richtig gut wirksam	39

Im Jahr 2005 wurden in Baden-Württemberg, Rheinlandpfalz, Nordrheinwestfalen und Hessen weitere Freilandstämme des Apfelwicklers in Problemanlagen gesammelt und überwintert. Von den insgesamt 19 betroffenen Apfelanlagen werden 14 biologisch bewirtschaftet und 5 konventionell. Tabelle 4 gibt eine Übersicht über die Herkunft und die Anzahl der untersuchten Apfelwickler, die 2005 gesammelt wurden.

3.5.2 Überwinterung und Entwicklung der Diapauselarven zur Durchführung von Biotests

Alle Diapauselarven wurden in Bellaplastschalen mit Wellpappestücken in Hohenheim in einem frostfreien Raum überwintert, im Frühjahr nach Darmstadt gebracht und dort unter Freilandbedingungen weiter gehalten. Der Entwicklungsverlauf dieser Tiere wurde kontinuierlich beobachtet und jeweils Anfang Mai wurden die ersten Apfelwicklerpuppen registriert. Bis zum Schlüpfen der Falter verblieben die Puppen weiter unter Freilandbedingungen. Die ersten Falter schlüpften Mitte Mai. Zur Eiablage wurden von jeder Freilandpopulation die geschlüpften Falter sofort in speziell gefertigte zylinderförmige Zuchtkäfige (\varnothing 19 cm, Höhe 23 cm) umgesetzt (Abbildung 12). Die Anzahl der geschlüpften Falter variierte sehr stark für die unterschiedlichen AW-Stämme, da auch die Menge an abgesammelten Diapauselarven stark differierte (siehe Tabelle 2 und Tabelle 3). Die Zuchtzyylinder bestanden aus einem Plexiglasgestell, das mit Baumwollgaze (MULLRO, Hartmann) bespannt war. In diese wurden gefaltete Parafilm[®]-Streifen eingehängt, da die Falter dieses Material für die Eiablage bevorzugten. Als Nahrung diente den Tieren Zuckerwasser, das alle zwei Tage erneuert wurde.

Abbildung



12:

Zuchtgefäße für die verschiedenen AW-Stämme aus dem Freiland

Die Zuchtkäfige wurden in einem gut belüfteten Raum bei 20°C mit natürlicher Belichtung aufgestellt. Auf diese Weise konnte die natürliche Dämmerungsphase genutzt werden, die die Kopulation und Eiablage der Falter begünstigte. Als zusätzliche Stimulation wurden Äpfel und Apfelbaumzweige zwischen die Zuchtgefäße platziert. Die Eipapiere wurden alle 48h abgenommen.

Um für die Biotests Erstarven in ausreichender Zahl bereitzustellen, wurden die Eier entweder bei 13°C gekühlt oder die Temperatur wurde auf 26°C erhöht, wodurch der Schlupf der Tiere entweder verzögert oder beschleunigt wurde.

3.5.3 Virus

Das in den Biotests eingesetzte Granulovirus des Apfelwicklers stammt von dem Wildtyp CpGV, Isolat M ("Mexican strain") (Tanada, 1964) ab. Auf diesem Isolat beruhen die heute verwendeten CpGV-Handelspräparate.

Das Granulovirus wurde in Apfelwicklerlarven nach der von Huber (1981) beschriebenen Methode vermehrt und als Suspension in Tris-HCl-Puffer pH 8 bei -18°C /+8°C gelagert. Aus einer hoch gereinigten CpGV-Ausgangssuspension mit einem Titer von 1×10^{10} G/ml wurden durch Verdünnung die in den Versuchen benötigten Viruskonzentrationen eingestellt

3.5.4 Laborstamm des Apfelwicklers

Für die vergleichenden Untersuchungen kamen Tiere aus der Laborzucht des Apfelwicklers, die seit mehr als 30 Jahren am Institut der BBA in Darmstadt etabliert ist, zum Einsatz. Die Apfelwickler-Zucht erfolgte im Wesentlichen nach der von Bathon (1981) beschriebenen Methode. Die Larven wurden in einzelnen Döschen auf einem semisynthetischen Nährmedium (nach Ivaldi-Sender, 1974) angezogen. Alle Entwicklungsstadien wurden in einem klimatisierten Raum bei 26 °C, 70% relativer Luftfeuchte und 16/8 Stunden Licht/Dunkel-Wechsel gehalten.

3.5.5 Biotestmethode

Zur Bestimmung der Empfindlichkeit der Tiere aus den verschiedenen Apfelwicklerpopulationen diente ein von Huber (1981) standardisiertes Biotestsystem. Hierfür wurden frisch geschlüpften Eilarven der verschiedenen Stämme von *Cydia pomonella* über viruskontaminiertes Futter infiziert und die Wirkung der Viren anhand der Larvenmortalität bestimmt. Als Nahrung für die Larven wurde das normale Zuchtmedium von Ivaldi-Sender (1974) derart modifiziert, so dass es sich bei einer Temperatur von 40 °C noch ausgießen ließ. Bei höheren Temperaturen besteht sonst die Gefahr einer thermischen Inaktivierung der Viren. Bei einer Temperatur von 40-45°C wurden die Viren nach einem bestimmten Pipettierschema in frisch zubereitetes Futter eingerührt, so dass man 5 verschiedene Viruskonzentrationen im Medium erhielt. Nach dem Ausgießen des Mediums in Schalen (LICEFA, Bad-Salzuflen) wurden diese durch den Einsatz eines Rasters jeweils in 50 Quadrate unterteilt (Abbildung 13). Diese Rasterschalen wurden über Nacht zum Ausdunsten von Feuchtigkeit offen stehen gelassen. Anschließend wurde mit Hilfe eines Pinsels jedes Quadrat mit einer frisch geschlüpften Eilarve besetzt. Als Kontrolle diente eine Rasterschale mit virusfreiem Nährmedium. Die verschlossenen Schalen wurden bei 26°C unter Langtagbedingungen (16/8 Stunden H/D) inkubiert und nach 6 und 14 Tagen die Virusmortalität registriert.

Als klassische Methode zur statistischen Auswertung der Biotests diente die Probit-Analyse (MLP 3.08, NAG, Lawes Agricultural Trust, Rothamsted Experimental Station, 1987). Anhand der resultierenden Probit-Regressionsgeraden, wurde die Viruskonzentration berechnet, die eine Mortalität von 50% hervorruft.

Dieser Wert, der als mittlere letale Konzentration (LC_{50}) bezeichnet wird, stellt ein relatives Maß für die biologische Aktivität der Viren dar. Die Steigung der jeweiligen Konzentrations-Mortalitätsbeziehung gibt Hinweise auf die Homogenität des Biotestsystems, d.h. die Verteilung der Viruspartikel im Medium, aber auch die Unterschiede zwischen den einzelnen Versuchstieren.

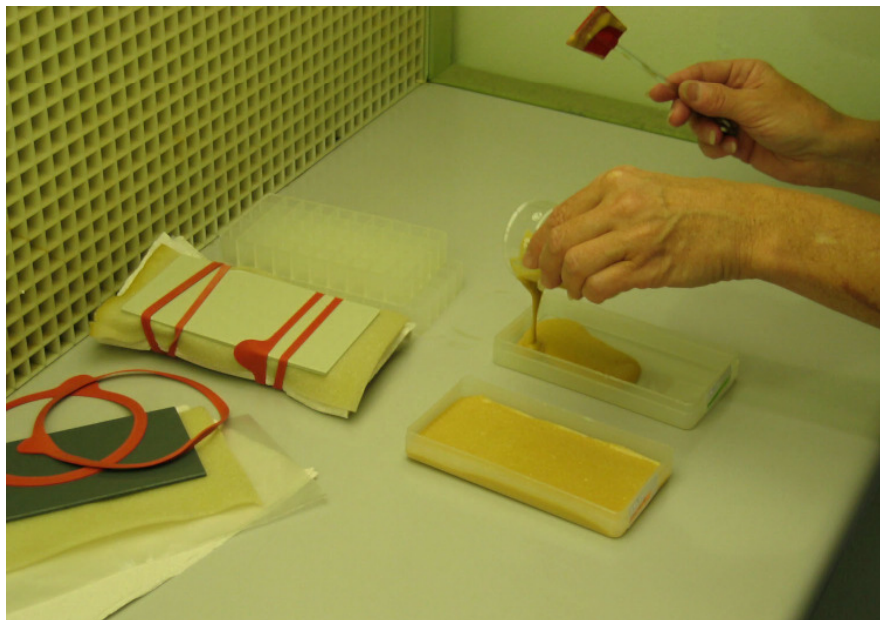


Abbildung 13: Ausgießen des flüssigen Nährmediums in die Rasterschalen für den Biotest

3.5.6 Entwicklung der 2004 gesammelten und überwinterten Diapause-tiere im Jahr 2005

Der Entwicklungsverlauf der überwinterten Diapause-tiere, die in den 11 verschiedenen Apfelanlagen gesammelt worden waren, wurde kontinuierlich beobachtet und entsprechend protokolliert (Tabelle 5). Anfang Mai 2005 wurden die ersten Apfelwickler-Puppen registriert, die unter Freilandbedingungen weiter gehalten wurden. Der erste Falterschlupf setzte Ende Mai ein und dauerte bis Mitte Juli. Tote Larven wurden abgesammelt und für eine weitere Analyse eingefroren. Innerhalb der verschiedenen AW-Populationen entwickelten sich die Diapause-larven sehr unterschiedlich.

Bei den beiden unbehandelten Wildpopulationen (BW-FI-04 S und „kein Code“) erreichten nur 6-7% der Tiere das Falterstadium. Die übrigen Tiere verstarben bereits als Diapause-larve während der Überwinterung. Auch bei dem AW-Stamm RP NS 04 war die Hälfte der Tiere im Diapausestadium gestorben. Von den überlebenden Tieren entwickelten sich nur 18% zu Faltern. Bei allen übrigen AW-Stämmen lag die Ausbeute an Faltern zwischen 40 und 63%. Bei diesen Stämmen war aufgrund der ausreichend hohen Anzahl an Faltern eine gute Eiablage zu verzeichnen.

Tabelle 5: Übersicht der Entwicklung der verschiedenen AW-Stämme gesammelt 2004 nach dem Diapausestadium.

Apfelwickler-Stämme/Anlagen	Gesamtzahl Tiere	keine Apfelwickler	parasitierte Larven	tote Larven	tote Puppen	Falter (%)
Wildpopulation BW-FI-04-S	130	-	2	116	4	8 (6,2)
Wildpopulation Überlingen/Bodensee kein Code	96	3	4	76	6	7 (7,5)
BW-IM-04	206	16	10	71	13	96 (50,5)
BW-FI-04	419	-	23	90	45	261 (62,3)
BW-DE-04	372	1	14	119	28	210 (56,6)
SL-SA-04	239	1	25	69	32	112 (47,1)
BW-OK-04	200	-	5	77	22	96 (48,0)
BW-HA-04	86	2	-	29	12	43 (51,2)
RP-NS-04	66	-	10	34	10	12 (18,2)
BW-FN-04-S	7	-	-	1	6	-
RP-GS-04	9	-	1	6	2	-

3.5.7 Empfindlichkeit der F1-Generation von 2005 der verschiedenen Freilandstämme des Apfelwicklers gegenüber dem CpGV

Die Nachkommen (F1-Generation) der im Jahr 2004 gesammelten Diapausetiere der AW-Stämme wurden in Biotests auf ihre Empfindlichkeit gegenüber dem Apfelwickler-Granulovirus untersucht. Gleichzeitig wurden zum Vergleich Larven des seit vielen Generationen im Institut in Darmstadt gezüchteten Laborstammes mitgetestet.

Ergebnisse der Biotests nach 6 Tagen

Bereits bei den ersten Biotestauswertungen nach 6 Tagen zeigten sich deutliche Unterschiede in der Reaktion der Versuchstiere. In Abbildung 13 sind die Mortalitätswerte, die für die verschiedenen AW-Freilandstämme anhand von jeweils 50 Versuchstieren ermittelt wurden, dargestellt. Zum Vergleich wurde für den Laborstamm die berechnete Probit-Regressionsgerade eingezeichnet. Nur zwei der getesteten Freilandstämme (BW-IM-04 und BW-HA-04) reagierten annähernd so wie der Laborstamm. Bei Viruskonzentrationen zwischen 5×10^2 und 10^5 G/ml Medium stieg die Mortalität der Larven von 10 auf etwa 60% signifikant an.

Im Gegensatz hierzu konnte bei den übrigen Freilandstämmen in diesem Konzentrationsbereich nur eine virusbedingte Sterblichkeit von weniger als 20% erreicht werden. Selbst eine Erhöhung der Viruskonzentration um das 1000-fache, ergab keine signifikante Zunahme der Mortalität nach 6 Tagen. Innerhalb dieser unempfindlichen Stämme verhielt sich jedoch der Stamm BW-OK-04 etwas anders. Dieser zeigte eine leichte Zunahme der Larvenmortalität in Abhängigkeit von der Granulakonzentration, wobei jedoch auch hier nach 6 Tagen selbst bei einer hohen Viruskonzentration von 10^7 G/ml Medium nur eine Endmortalität von knapp 45% zu verzeichnen war.

Da eine eindeutige Abhängigkeit der Mortalität von der verabreichten Viruskonzentration nach 6-tägiger Inkubation nur bei den für das Granulovirus empfindlichen Freilandstämmen vorhanden war, konnten nur für diese Probit-Regressionsgeraden ermittelt werden. Für die „Wildpopulation“ BW-FI-04-S konnten aufgrund der geringen Anzahl von Testtieren, die Daten aus den Biotests nicht zur Berechnung einer Probit-Regressionsgeraden herangezogen werden. Jedoch reagierten die Tiere bei einer Viruskonzentration von 10^3 G/ml Medium ebenso wie der Laborstamm, was vermuten lässt, dass dieser Stamm für das CpGV empfindlich ist. Die aus den Regressionsgeraden berechneten LC_{50} -Werte sind in Tabelle 5 den Daten des Laborstammes gegenübergestellt. Ein Vergleich der LC-Werte zeigt, dass trotz eines ähnlichen Mortalitätsverlaufes, die Werte für die mittlere letale Konzentration (LC_{50}) der AW-Stämme BW-IM-04, BW-HA-04 und BW-OK-04 deutlich über der LC_{50} des Laborstammes lagen. Für BW-IM-04 und BW-HA-04 waren die Unterschiede der LC_{50} -Werte im Bereich von Faktor 8 bzw. 200. Der Stamm BW-OK-04 erwies sich sogar um den Faktor 5000 weniger empfindlich als der Laborstamm.

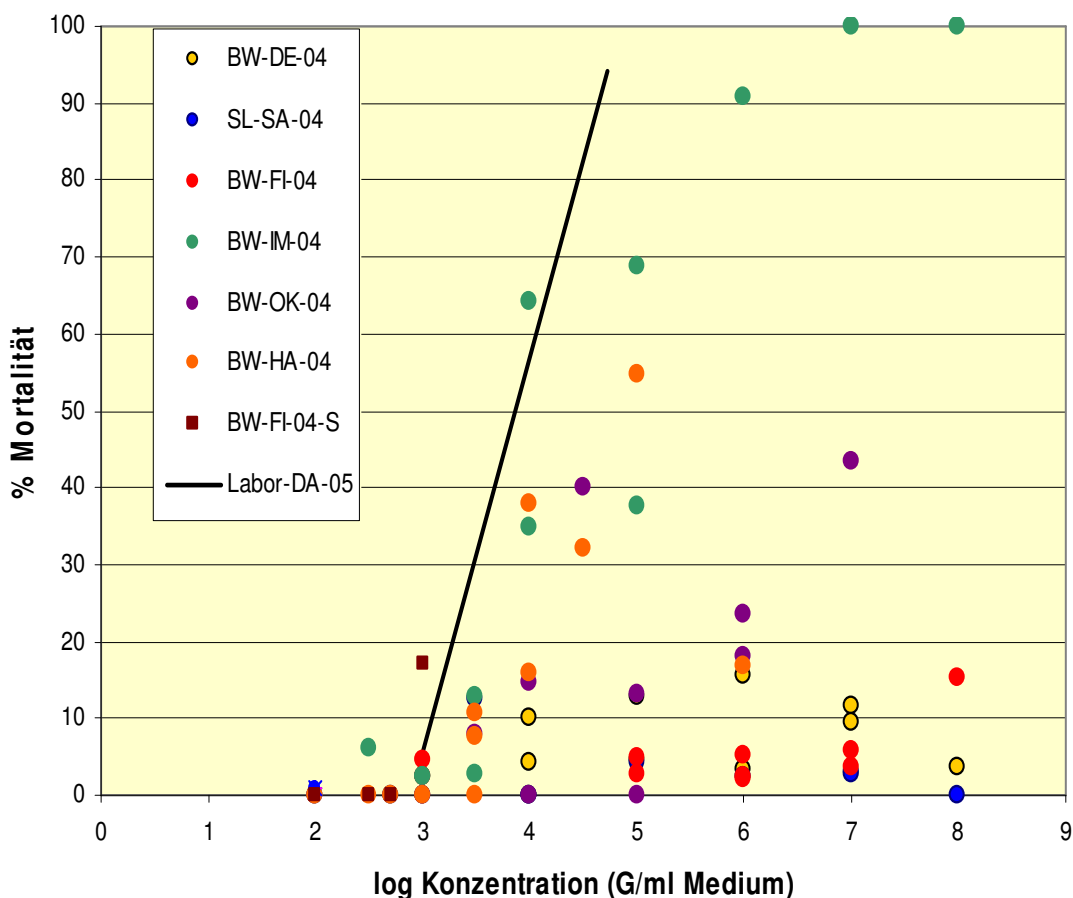


Abbildung 14: Mortalitäten der verschiedenen AW-Stämme (F1-Generation) ermittelt in Biotests mit dem CpGV nach 6 Tagen. Jedes Symbol steht für einen Mortalitätswert, der mit jeweils 50 Versuchstieren ermittelt wurde.

Auch die Regressionsgeraden verliefen deutlich flacher als die des Laborstammes, was auf eine größere Inhomogenität der Versuchstiere schließen lässt. Bei der Auswertung der Biotests nach 6 Tagen war zudem auffällig, dass die Larven der Freilandstämme sich auf dem künstlichen Nährmedium im Labor langsamer entwickelten als die Tiere des Laborstammes, die seit Jahren an dieses Futter adaptiert sind.

Tabelle 6: Vergleich der Empfindlichkeit von Erstlarven (F1-Generation) einiger Apfelwicklerstämme gegenüber dem CpGV im Biotest nach 6 Tagen anhand von LC₅₀-Werten und der Steigungen der zugehörigen Probit-Regressionen

Apfelwicklerstamm	Versuchsdauer	LC ₅₀ [G/ml Medium] (95% Vertrauens- grenzen)	Steigung (Standard- abweichung)
Labor-DA-05	6 Tage	$7,24 \times 10^3$ (5,43 – 9,38)	1,84 (0,166)
BW-IM-04	6 Tage	$5,50 \times 10^4$ (2,90 – 11,90)	0,98 (0,081)
SL-SA-04	6 Tage	$1,41 \times 10^6$ (0,42 – 11,90)	0,48 (0,076)
BW-OK-04	6 Tage	$3,80 \times 10^7$ (5,09 – 13,80)	0,41 (0,068)

Ergebnisse der Biotests nach 14-Tagen

Um festzustellen, ob sich möglicherweise die Sterblichkeit der Freilandstämme, die sich im Versuch nach 6 Tagen als relativ unempfindlich gegenüber dem CpGV gezeigt haben, bei längerer Inkubation erhöht, wurden die Biotests ein zweites Mal nach 14 Tagen ausgewertet. Anhand der Biotestsdaten wurden für alle Stämme nach der Probittransformation Regressionsgeraden ermittelt (Abbildung 15), wobei die Mortalitäten in Probit gegen den Logarithmus der Viruskonzentration aufgetragen wurden. Aus dieser graphischen Darstellung geht hervor, dass die Probit-Regressionen der AW-Stämme zum Teil unterschiedlich steil verlaufen. Während der Laborstamm DA-05, BW-IM-04, Wildpopulation BW-FI-04-S und BW-HA-04 relativ steile Geraden lieferten, waren die Geraden von BW-FI-04, SL-SA-04, BW-DE-04 und BW-OK-04 wesentlich flacher. Zudem zeigte sich eine deutliche Verschiebung dieser Probit-Regressionen nach rechts, zu einem höheren Konzentrationsbereich hin. Auch bei einer extrem hohen Viruskonzentration von 1×10^7 G/ml Medium konnten bei diesen Stämmen Mortalitätswerte von nur etwa 85% erreicht werden. Vergleicht man diese Werte mit denen von BW-IM-04, Wildpopulation BW-FI-04-S und BW-HA-04 sowie dem Laborstamm DA-05, so wurden diese Mortalitätswerte hier bereits bei einer Konzentration zwischen 10^3 und 10^4 G/ml Medium erreicht. Die Probitgerade für den AW-Stamm RP-NS-04 zeigte zwar einen etwas steileren Verlauf, aber auch diese Gerade ist deutlich nach rechts in einen höheren Viruskonzentrationsbereich hin verschoben. Auch hier wird selbst bei der höchsten Virusdosierung von 10^7 G/ml Medium lediglich eine Larvensterblichkeit von 85% erreicht.

Die 14-Tage Biotests bestätigten somit, dass die Freilandstämme BW-IM-04, Wildpopulation BW-FI-04-S und BW-HA-04 sich in ihrer Empfindlichkeit gegenüber dem CpGV nicht von dem Laborstamm unterscheiden. Demgegenüber erwiesen sich die übrigen getesteten Stämme BW-FI-04, SL-SA-04, BW-DE-04, BW-OK-04 und RP-NS-04 als deutlich unempfindlicher, was in dem flachen Verlauf der Probit-Regressionsgeraden zum Ausdruck kommt.

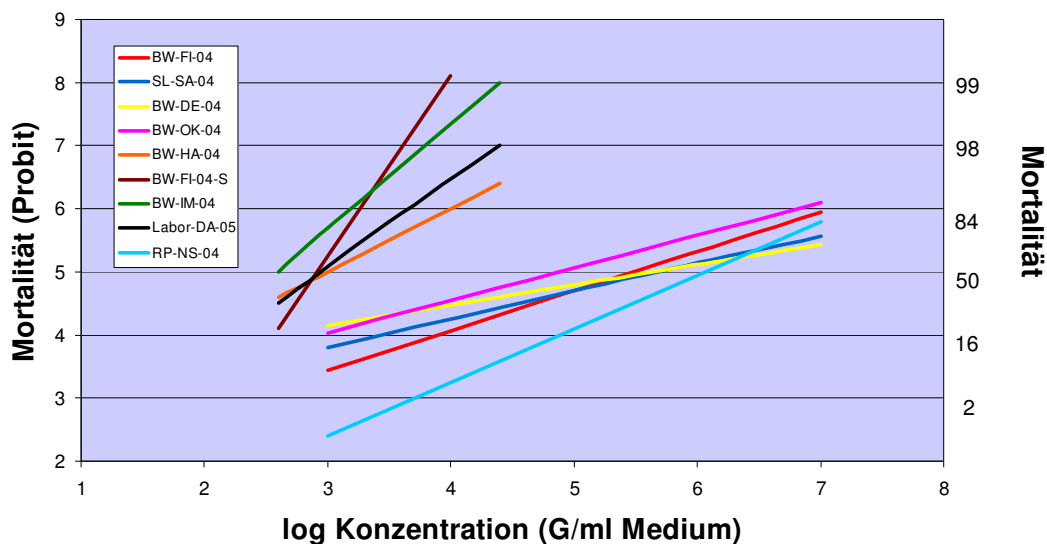


Abbildung 15: Mittlere Probit-Regressionsgeraden aus den 14 Tage-Biotests für die verschiedenen Apfelwickler-Stämme .

Auch in den LC_{50} -Werten, die aus den Probit-Regressionsgeraden berechnet wurden und in Tabelle 5 aufgeführt sind, verdeutlichen sich diese Unterschiede bei den verschiedenen Apfelwickler-Stämmen. Für den Laborstamm, „Immenstaad“ und „WP Bürgin“ zeigten die LC_{50} -Werte nach 14-tägiger Biotestdauer mit $8,8 \times 10^2$, $3,9 \times 10^2$ bzw. $8,0 \times 10^2$ G/ml eine gute Übereinstimmung. Der Stamm Wildpopulation BW-FI-04-S zeigte zwar einen sehr steilen Verlauf der Regressionsgeraden, hierbei muss jedoch berücksichtigt werden, dass die Gerade aus nur wenigen Biotestdaten berechnet werden konnte, da nicht genug Versuchstiere zur Verfügung standen. Für den Stamm BW-HA-04 war die Regressionsgerade etwas flacher im Verlauf. Nur im Viruskonzentrationsbereich von 10^2 bis 10^4 G/ml Medium stieg die Mortalität der Versuchstiere signifikant an.

Bei einer weiteren Erhöhung der Viruskonzentration bis 10^6 G/ml Medium war kein Anstieg der Larvensterblichkeit mehr zu verzeichnen. Die Mortalität streute in diesem Konzentrationsbereich um 85 %. Bei der Erstellung der Probit-Regressionsgeraden wurde deshalb eine Mortalitätsobergrenze von 85% festgelegt, die das Statistikprogramm aus den Daten selbst berechnet hat. Um diesen Verlauf der Mortalität des Stammes BW-HA-04 zu verdeutlichen, wurden die einzelnen Prozent-Mortalitätswerte aus den Biotests in Abhängigkeit von der Konzentration darstellt (Abbildung 16).

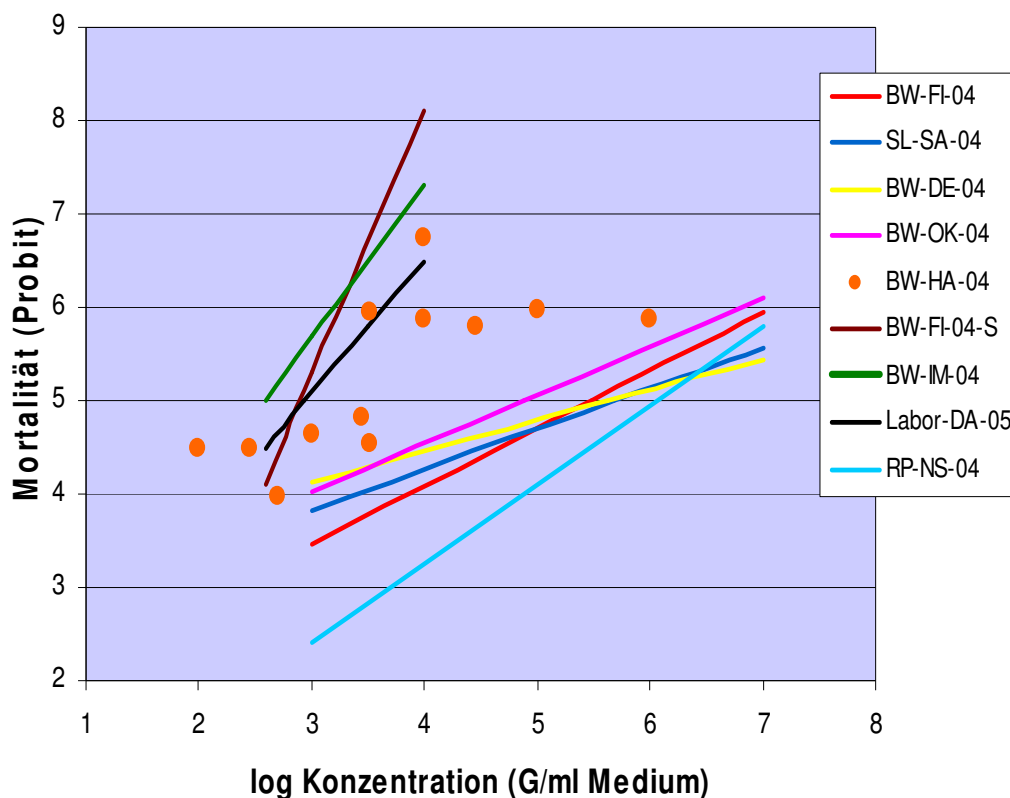


Abbildung 16: Vergleich des Mortalitätsverlaufs des AW-Stammes BW-HA-04 anhand der einzelnen Prozent-Mortalitätswerte gegenüber den übrigen AW-Stämmen.

Aus der Darstellung in Abbildung 16 geht eindeutig hervor, dass ein Teil der Tiere des Stammes BW-HA-04 normal empfindlich gegenüber dem CpGV reagiert, während ein anderer Teil (15%) der Tiere deutlich unempfindlicher für das Virus ist. Bei diesem Freilandstamm handelt es sich somit um eine Mischpopulation von unterschiedlich empfindlichen Tieren. Es erscheint daher, dass bei dieser Population ein Adaptionsprozess an das Granulovirus begonnen hat und sich eine Minderempfindlichkeit bereits bei einigen Individuen deutlich ausgeprägt. Obwohl es sich bei BW-HA-04 um Tiere aus einem IP-Betrieb handelt, in dem das CpGV nur in geringer Dosis zur Reduzierung der Apfelwickler-Population eingesetzt wird, findet auch hier eine Selektion von Tieren mit einer höheren Virustoleranz statt.

Bei den übrigen AW-Stämmen (BW-FI-04, SL-SA-04, BW, DE-04 und BW-OK-04), die aus rein biologisch bewirtschafteten Betrieben stammen, ist dieser Anpassungsprozess bereits weiter fortgeschritten, was sich in einer deutlichen Minderempfindlichkeit aller getesteten Tiere zeigte. Dieses wird deutlich in den kontinuierlich flach verlaufenden Dosis-Wirkungsgeraden, die zu einem wesentlich höheren Virus Konzentrationsbereich hin verschoben sind. Auch die berechneten LC_{50} -Werte verdeutlichen dieses (Tabelle 7). Gegenüber den empfindlichen Stämmen liegen diese Werte um etwa Faktor 100 bis 500 signifikant höher. Für den AW-Stamm RP-NS-04, für den aufgrund zu weniger Testtiere, neben der F1-Generation auch die F2-Generation mit untersucht werden musste, konnte sogar ein Empfindlichkeitsunterschied von Faktor 1000 festgestellt werden, der jedoch statistisch nicht abgesichert ist.

Tabelle 7: Vergleich der Empfindlichkeit von Erstlarven (F1-Generation) der verschiedenen Apfelwickler-Stämme gegenüber dem CpGV im Biotest nach 14 Tagen.

Apfelwicklerstamm	LC ₅₀ [G/ml Medium] (95% Vertrauensgrenzen)	Steigung (Standardabweichung)
Labor-DA-05	8,77 x 10 ² (7,57 – 10,25)	1,39 (0,112)
BW-IM-04	3,94 x 10 ² (3,16 – 5,00)	1,67 (0,16)
BW-FI-04-S	8,01 x 10 ² (6,33 – 11,66)	2,79 (0,638)
BW-HA-04	9,42 x 10 ² (5,38 – 17,26)	0,96 (0,154)
BW-OK-04	7,62 x 10 ⁴ (4,04 – 15,60)	0,52 (0,053)
SL-SA-04	4,79 x 10 ⁵ (1,75 – 2,30)	0,44 (0,071)
BW-DE-04	4,31 x 10 ⁵ (1,71 – 12,70)	0,33 (0,045)
BW-FI-04	3,05 x 10 ⁵ (1,93 – 4,70)	0,62 (0,046)
RP-NS-04 (F1+ F2-Generation)	1,12 x 10 ⁶ (0,24 – 14,70)	0,84 (0,151)

3.5.8 Vergleich der Empfindlichkeit der F1-Generation 2005 und der F1-Generation 2004 der AW-Stämme BW-IM und BW-FI

Ziel dieser Untersuchungen war es, herauszufinden, ob sich die Empfindlichkeit der im Jahre 2004 getesteten AW-Freilandstämme BW-IM-03 und BW-FI-03 nach einem Jahr verändert hat (Fritsch et al., 2005). Aus der grafischen Darstellung der Ergebnisse in Abbildung 16 geht hervor, dass nach einem weiteren Jahr mit wiederholten Virusbehandlungen sich die Empfindlichkeit der Tiere in diesen Anlagen nicht wesentlich verändert hat. Der AW-Stamm BW-IM-04 erwies sich 2005 genauso empfindlich gegenüber dem CpGV wie der Laborstamm DA-05.

Der bereits im Jahr 2004 als unempfindlich erkannte AW-Stamm (BW-FI-03) blieb unverändert. Eine Gegenüberstellung der aus den Probit-Regressionsgeraden berechneten LC₅₀-Werte zeigt die Tabelle 8.

Die LC₅₀-Werte von BW-IM und dem Laborstamm differierten für die Sammeljahre 2003 und 2004 um den Faktor 2-3, was aber keinen signifikanten Unterschied darstellt. Die entsprechenden LC₅₀-Werte des unempfindlichen AW-Stammes BW-FI-03 und BW-FI-04 waren nahezu identisch.

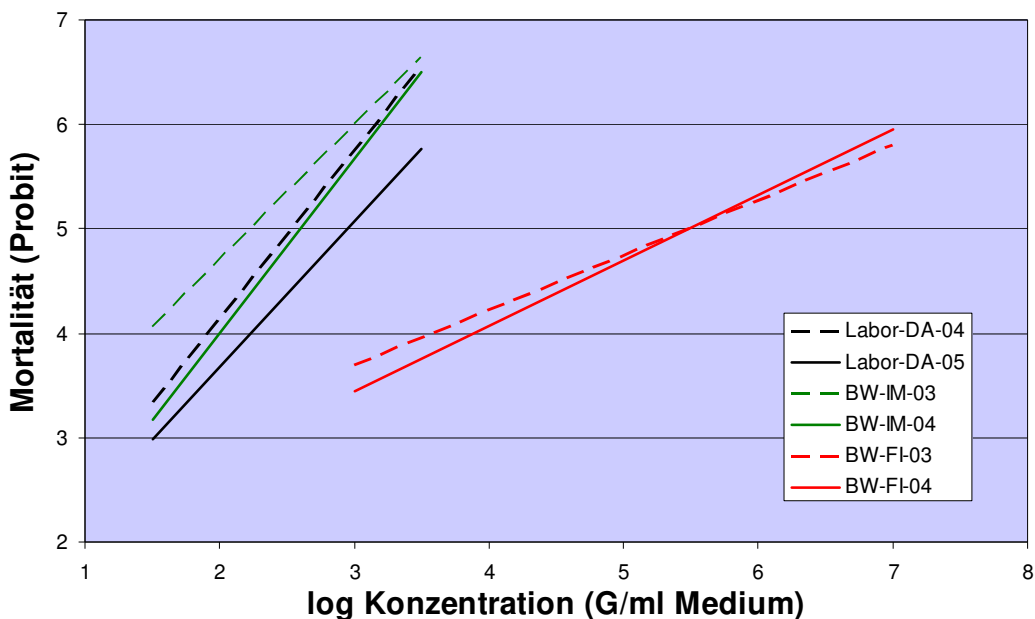


Abbildung 17 Probit-Regressionsgeraden der F1-Generation der AW-Stämme BW-IM und BW-FI sowie des Laborstammes DA getestet 2004 und 2005 in 14-Tage Biotests.

Tabelle 8: Vergleich der Empfindlichkeit der F1-Generation der AW-Stämme BW-IM-03 und BW-IM-04, BW-FI-03 und BW-FI-04 sowie dem Laborstamm aus dem Jahr 2004 und 2005 anhand von LC_{50} -Werten aus 14-Tage Biotests.

Apfelwicklerstamm	Jahr der F1-Generation	LC_{50} [G/ml Medium] (95% Vertrauensgrenzen)	Steigung (Standard-abweichung)
Labor-DA-04	2004	$3,41 \times 10^2$ (2,74 – 4,41)	1,61 (0,186)
Labor-DA-05	2005	$8,77 \times 10^2$ (7,57 – 10,25)	1,39 (0,074)
BW-IM-03	2004	$1,69 \times 10^2$ (1,05 – 2,49)	1,29 (0,129)
BW-IM-04	2005	$3,94 \times 10^2$ (3,16 – 5,00)	1,67 (0,165)
BW-FI-03	2004	$3,02 \times 10^5$ (2,07 – 4,62)	0,52 (0,041)
BW-FI-04	2005	$3,05 \times 10^5$ (1,93 – 4,70)	0,62 (0,046)

3.5.9 Vergleich der Empfindlichkeit verschiedener Generationen des AW-Stammes BW-FI-03, die im Labor von 2004 bis 2005 weitergezüchtet wurden

Die F1-Generationen des unempfindlichen AW-Stammes BW-FI-03 aus dem Jahr 2004 wurde im Labor über mehrere Generationen auf künstlichem Nährmedium weitergezüchtet. Stichproben der Folgegenerationen wurden im Biotest auf ihre Empfindlichkeit gegenüber dem CpGV mehrfach getestet. Diese Untersuchungen dienten dazu, herauszufinden inwieweit sich unter nicht vorhandenem Virusdruck die Unempfindlichkeit der F1-Generation im Laufe der Zeit wieder verliert.

Auch die F1-Generation des Stammes BW-FI-04 aus dem Jahr 2005 wurde auf diese Weise weitergezüchtet, allerdings konnte hier bisher nur die F2-Generation getestet werden. Da im Jahr 2005 nach den Virusbehandlungen zusätzlich Versuchstiere der F2-Generation im Freiland gesammelt werden konnten, wurden diese ebenfalls im Biotest mit untersucht.

Ein Vergleich der LC₅₀-Werte in Tabelle 9 zeigt, dass die Nachkommen des AW-Stammes BW-FI-03 bis zur 10. Generation auch unter nicht vorhandenem Virusdruck ihre Unempfindlichkeit gegenüber dem CpGV nicht verloren haben. Auch die zweite im Labor gezüchtete Generation des AW-Stammes BW-FI-04 aus dem Jahr 2005 zeigte keine Veränderungen in ihrer Unempfindlichkeit. Die F2-Freilandgeneration von BW-FI-04 blieb bezüglich ihrer Toleranz gegenüber dem Granulovirus wie zu erwarten unverändert.

Tabelle 9: Empfindlichkeit verschiedener Generationen des AW-Stammes BW-FI-03 und BW-FI-04 ermittelt in 14-Tage-Biotests.

BW-FI-Generationen (Herkunft)	LC₅₀ (G/ml Medium) (95%-Vertrauensgrenzen)	Steigung der Regressionsgeraden (Standardabweichung)
F1 BW-FI-03 Freiland	3,02 x 10 ⁵ (2,07 – 4,62)	0,52 (0,041)
F8 BW-FI-03 Laborzucht DA	1,03 x 10 ⁶ (0,45 – 3,03)	0,51 (0,068)
F9 BW-FI-03 Laborzucht Andermatt	5,12 x 10 ⁵ (1,85 – 14,20)	0,31 (0,048)
F10 BW-FI-03 Laborzucht DA	3,70 x 10 ⁵ (2,14 – 7,00)	0,96 (0,102)
F1 BW-FI-04 Freiland	3,05 x 10 ⁵ (1,93 – 4,70)	0,62 (0,046)
F2 BW-FI-04 Laborzucht DA	3,69 x 10 ⁵ (1,42 – 10,40)	0,92 (0,199)
F2 BW-FI-04 Freiland	5,42 x 10 ⁵ (1,03 – 35,10)	0,62 (0,046)

3.5.10 Entwicklung der 2005 gesammelten und überwinterten Diapause-tiere

Tabelle 10: Übersicht der Entwicklung der verschiedenen AW-Stämme gesammelt 2005 nach dem Diapausestadium.

Apfelwickler-Stämme/Anlagen	Gesamtzahl Tiere	keine Apfelwickler	Parasitierte Larven	Tote Larven	Tote Puppen	Falter	% Falter
BW-IM 05	95	5	7	50	6	27	30,0
BW-FI-05	46	-	3	10	2	31	67,4
BW-FN-05	215	2	7	105	7	96	45,1
BW-OD-05	149	-	4	116	10	81	54,4
BW-OK-05	42	-	1	19	2	20	47,6
BW-FN-05 reduziert	427	-	1	88	24	314	73,5
BW-FN-05 "Voll"	129	-	2	29	8	90	69,8
BW-KH-05	282	-	8	117	24	133	47,2
BW-RH-05	214	-	56	79	6	73	34,1
BW-HI-05 B	87	-	-	37	4	46	52,9
BW-HI-05 IP	120	-	3	75	3	39	32,5
BW-NH-05	145	-	19	79	4	43	29,7
BW-TU-05	92	-	-	33	2	57	62,0
BW-OKT-05	33	-	2	20	-	11	33,3
RP-NSH-05	39	-	5	9	3	22	56,4
RP-MA-05	111	-	17	24	5	65	58,6
RP-NS-05	168	-	11	38	17	102	60,1
NRW-WE-05	126	15	30	28	7	46	41,4
HE-WI-05	282	-	16	94	19	153	54,4

Von insgesamt 21 überwinterten Apfelwicklerpopulationen konnten nur 2 Stämme (RP-NSH-05 und BW-FN-05-S) nicht getestet werden, da nicht genügend Adulte vorhanden waren um eine erfolgreiche Eiablage zu erreichen. Bei allen übrigen Stämmen war nach Vollendung des Diapausestadiums ein Verlust an Tieren von 30 bis z. T. 70% zu verzeichnen. Dieses frühzeitige Absterben der Diapausetiere war bedingt durch Pilzbefall (*Beauveria bassiana* Bals) oder durch Parasitierung (Schlupfwespen/ Brackwespen). Die folgende Tabelle 10 gibt eine Übersicht über die Entwicklungsdaten der 2005 gesammelten Diapausetiere aus den verschiedenen Apfelanlagen.

3.5.11 Empfindlichkeit der F1-Generation von 2006 der verschiedenen Freilandstämme des Apfelwicklers gegenüber dem CpGV

Aus den Erfahrungen der letzten Jahre wurden die Resistenzuntersuchungen im Labor ausschließlich mit Biotests über 14 Tage durchgeführt. Anhand der Biotestsdaten wurden wiederum für alle Stämme in der Probitanalyse Regressionsgeraden ermittelt (Abbildung 18), wobei die Mortalitäten in Probit gegen den Logarithmus der Viruskonzentration aufgetragen wurden.

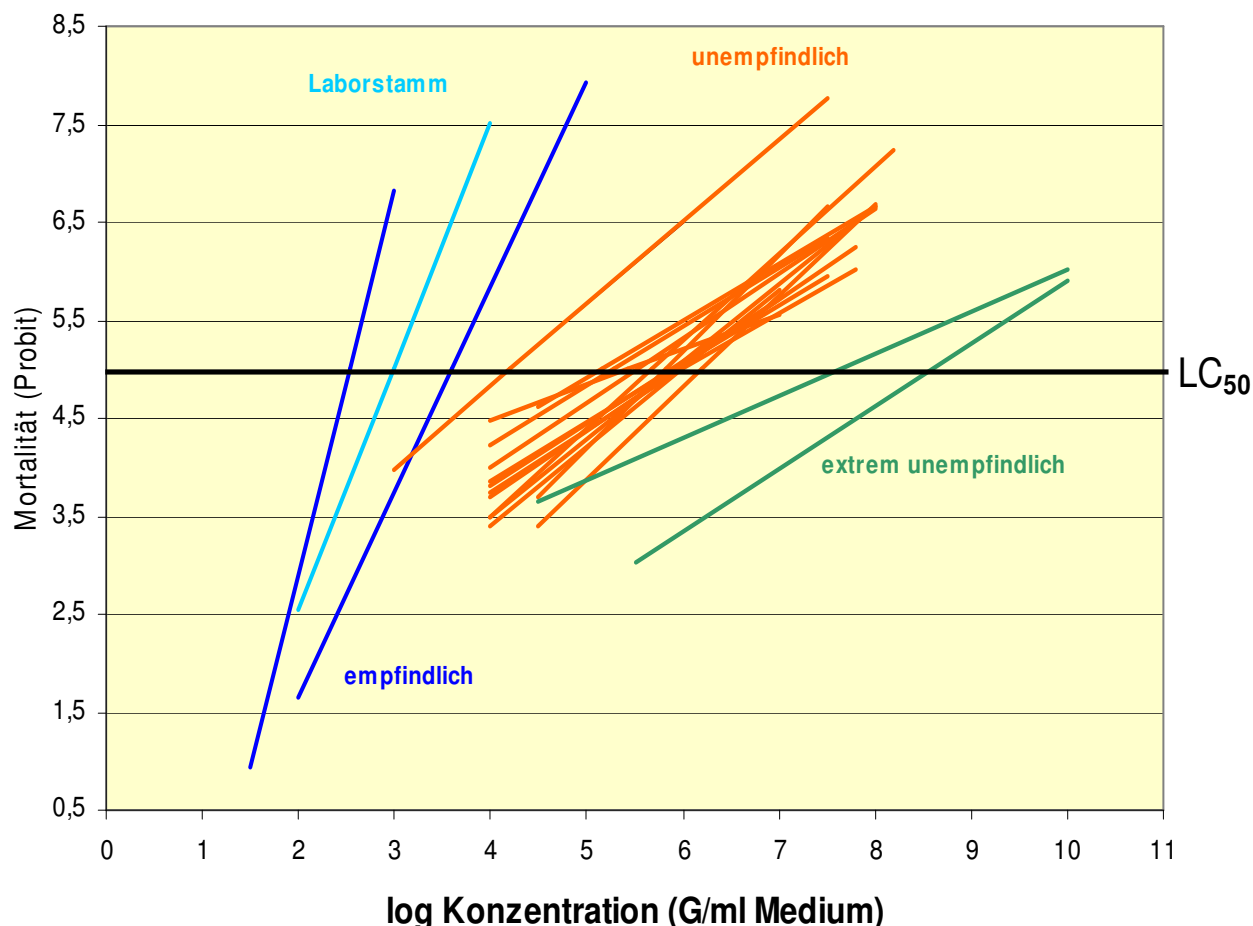


Abbildung 18: Übersicht der Probitregressionsgeraden aus den 14 Tage-Biotests für die verschiedenen AW-Stämme (gesammelt 2005) nach ihrer Empfindlichkeit gegenüber dem CpGV.

Auch in dieser graphischen Darstellung ist deutlich zu erkennen, dass die Probit-Regressionsgeraden der AW-Stämme 2005 zum Teil unterschiedlich steil verlaufen und verschieden stark nach rechts zu einem höheren Konzentrationsbereich verschoben sind. Hierbei erwiesen sich 4 Stämme (Südtirol unbehandelt, Südtirol GV behandelt, BW-IM-05 und BW-OKT-05) als ebenso empfindlich wie der Laborstamm DA-05 (blaue Linien). Die Regressionsgeraden dieser empfindlichen Stämme verlaufen deutlich steiler, als die der unempfindlichen AW-Stämme (orange Linien). Als extrem unempfindlich gegenüber dem Granulovirus erwiesen sich die Nachkommen von zwei Stämmen (RP-NS-05 und NRW-WE-05), deren Regressionsgeraden (grüne Linien) sehr weit nach rechts in einen extrem hohen Viruskonzentrationsbereich verschoben sind.

Die aus den jeweiligen Dosiswirkungskurven berechneten LC_{50} -Werte und Steigungen sind für jeden AW-Stamm in der folgenden Tabelle 11 aufgeführt.

Obwohl in der GV behandelten Bioanlage Probleme bei der Apfelwickler Bekämpfung zu beobachten waren, konnten keine Resistenzen bei den Nachkommen der Diapausetiere aus dieser Anlage im Biotest festgestellt werden. Das CpGV erwies sich auch gegenüber den Stämmen BW-IM-05 und BW-OKT-05 als gut wirksam. Alle übrigen 16 AW-Stämme zeigten deutliche Minderempfindlichkeiten, was sich in erhöhten LC_{50} -Werten von 10^4 bis 10^8 G/ml Medium ausdrückt.

In Abbildung 19 wurden die ermittelten LC_{50} -Werte der verschiedenen AW-Stämme unter Berücksichtigung ihrer Herkunft (IP-Anlage, Bio-Betrieb oder unbehandelte Streuobstanlage) dargestellt. Ein Vergleich der LC_{50} -Werte untereinander lässt erkennen, dass innerhalb der biologisch bewirtschafteten Problemanlagen nahezu alle AW-Stämme eine ca. 1000-fach geringere Empfindlichkeit aufwiesen. Auch bei den IP-Anlagen war bei 2 von 5 getesteten AW-Stämmen die LC_{50} ebenfalls um Faktor 1000 erhöht. Die LC_{50} der übrigen 3 AW-Stämme war vergleichbar mit der des Laborstammes, der als relativ empfindlich für das CpGV gilt.

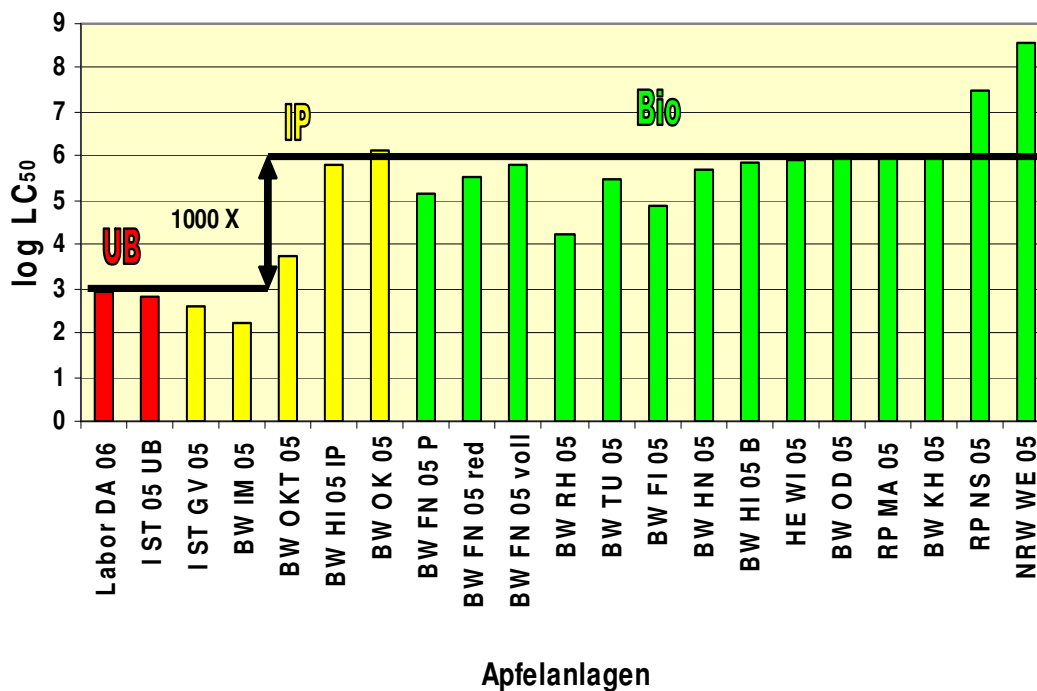


Abbildung 19: Vergleich der Empfindlichkeit der 2005 gesammelten AW-Stämme in konventionell bzw. biologisch bewirtschafteten Problemanlagen anhand von LC_{50} -Werten aus 14-Tage Biotests.

Tabelle 11: Vergleich der Empfindlichkeit von Erstlarven der F1-Generation 2006 der verschiedenen AW-Stämme gegenüber dem CpGV im Biotest nach 14 Tagen anhand von LC₅₀-Werten und der Steigungen der zugehörigen Probit-Geraden.

Apfelwicklerstamm	LC ₅₀ [G/ml Medium] (95% Vertrauens- grenzen)	Steigung (Standardabweichung)
Laborstamm DA-06	9,71 x 10 ² (7,32 – 12,4)	2,48 (0,21)
BW-IM-05	1,32 x 10 ² (0,24 – 5,80)	1,14 (0,09)
BW-OKT-05	3,96 x 10 ³ (1,94 – 34,59)	2,09 (0,75)
BW-RH-05	1,62 x 10 ⁴ (0,42 – 18,0)	0,84 (0,10)
BW-FN-05 volle Aufwandmenge	1,94 x 10 ⁵ (0,18 – 7,26)	0,60 (0,07)
BW-FN-05 reduzierte Aufwandmenge	3,41 x 10 ⁵ (1,04 – 8,09)	0,66 (0,06)
BW-FN-05 volle Aufwandmenge	6,55 x 10 ⁵ (2,68 – 15,1)	0,99 (0,10)
BW-OD-05	8,89 x 10 ⁵ (2,88 – 24,3)	0,67 (0,07)
BW-KH-05	9,56 x 10 ⁵ (2,32 – 44,10)	0,56 (0,04)
BW-HN-05	4,85 x 10 ⁵ (0,77 – 44,5)	0,89 (0,12)
BW-HI-05 B	7,50 x 10 ⁵ (1,53 – 34,2)	0,63 (0,08)
BW-HI-05 IP	8,15 x 10 ⁵ (3,96 – 16,6)	0,60 (0,06)
BW-FI-05	1,44 x 10 ⁵ (0,17 – 6,82)	0,58 (0,15)
BW-TU-05	2,74 x 10 ⁵ (0,17 – 36,6)	0,36 (0,06)
BW-OK-05	1,60 x 10 ⁶ (0,315 – 5,71)	0,94 (0,19)
HE-WI-05	8,02 x 10 ⁵ (4,26 – 15,2)	0,79 (0,05)
RP-MA-05	9,76 x 10 ⁵ (3,28 – 27,3)	0,81 (0,07)
RP-NS-05	4,33 x 10 ⁷ (1,20 – 42,4)	0,43 (0,05)
NRW-WE 05	3,85 x 10 ⁸ (0,98 – 64,0)	0,64 (0,14)

In allen Anlagen, in denen Probleme bei der Apfelwickler Bekämpfung auftraten, konnten die Biotestuntersuchungen im Labor Resistenzen bei den jeweiligen Freilandstämmen bestätigen.

Für den IP-Betrieb bei Immenstaad (BW-IM-05), der bislang keine Bekämpfungsprobleme hatte, zeigten die Biotests mit den Freilandtieren aus dieser Anlage keine Veränderungen in der Empfindlichkeit gegenüber dem CpGV. Eine generelle Aussage, inwieweit das Auftreten von Resistenzen vermehrt in Bioanlagen auftritt, lässt sich anhand der zurzeit vorliegenden Ergebnisse nicht treffen.

3.5.12 Vergleich der Empfindlichkeit der F1-Generation einzelner Freilandstämme des Apfelwicklers über mehrere Jahre

In den Anlagen, die über zwei und auch drei Jahre beobachtet wurden, konnten keine signifikanten Veränderungen in der Empfindlichkeit der F1-Generation der jeweils im Vorjahr gesammelten Diapauselarven seit Beginn des Projektes festgestellt werden (Abbildung 20). Im Laufe des Untersuchungszeitraumes blieb die erstmals nachgewiesene Empfindlichkeit des Stammes BW-IM, der aus einer konventionell bewirtschafteten Anlage ohne Probleme stammte, unverändert und war vergleichbar mit der des Laborstammes DA.

Auch die über 3 Jahre beobachteten minderempfindlichen Stämme BW-FI und BW-FN blieben nahezu unverändert. Bei den AW-Stämmen BW-OK und RP-NS war für die Population 2005 eine etwa um Faktor 10 höhere LC_{50} ermittelt worden als im Vorjahr, was möglicherweise ein Hinweis auf eine weitere Ausbreitung der Resistenz innerhalb der AW-Populationen ist.

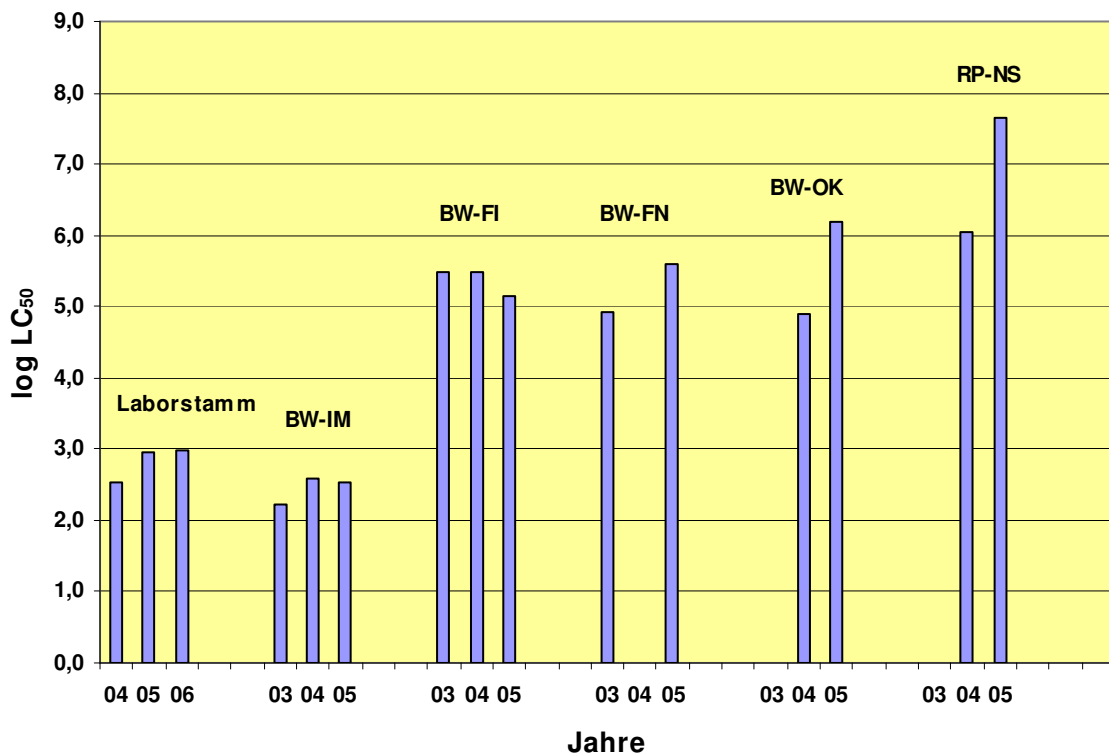


Abbildung 20: Vergleich der Empfindlichkeit einzelner AW-Stämme über drei Jahre (2003 bis 2005) anhand von LC_{50} -Werten aus 14-Tage Biotests.

3.5.13 Untersuchungen der Empfindlichkeit von Apfelwicklern beim Einsatz unterschiedlicher Aufwandmengen des CpGVs in der Anlage BW-FN

In der Anlage BW-FN, in der ein geringer Befall von Apfelwicklern und eine gute Wirksamkeit des Granulovirus beobachtet wurden, konnte 2004 für die gesammelten Tiere BW-FN-03 eine um 2 Zehnerpotenzen geringere Empfindlichkeit nachgewiesen werden. Im Jahr 2005 wurde diese Anlage erneut in die Untersuchungen mit einbezogen. Dabei wurde ein Bereich der Anlage mit der Apfelsorte Pinova ebenso wie bereits 2003 mit voller Aufwandmenge des CpGV behandelt. In einem anderen Teilbereich wurde neben der vollen Aufwandmenge auch mit 1/10 der CpGV-Aufwandmenge gespritzt. In den unterschiedlich behandelten Teilen der Anlage wurden jeweils die Diapausetiere separat abgesammelt, um die Nachkommen auf ihre Empfindlichkeit gegenüber dem Granulovirus im Labor zu untersuchen.

In Abbildung 21 sind die Regressionsgeraden, die in den Biotests ermittelt wurden für die verschiedenen Anlagenbereiche dargestellt. Wie bereits 2004 zeigte sich auch 2005 eine deutlich verminderte Empfindlichkeit der Apfelwickler gegenüber dem CpGV. In den beiden mit voller Virusaufwandmenge behandelten Bereichen unterschieden sich zwar die ermittelten LC₅₀-Werte um etwa Faktor 3, dieser Unterschied ist jedoch nicht signifikant. Auch für die Tiere, die 1/10 der Aufwandmenge ausgesetzt waren, lag die LC₅₀ innerhalb des Streubereichs dieser Werte. Ein Zusammenhang zwischen der Aufwandmenge, in der das CpGV ausgebracht wurde, und der Empfindlichkeit der Apfelwickler-Larven lässt sich anhand der Biotestergebnisse nicht herstellen. Gegenüber dem AW-Stamm BW-FN-03 hat sich die Unempfindlichkeit der Tiere aus der Anlage BW-FN-05 leicht, aber nicht signifikant erhöht und liegt nun etwa 3 Zehnerpotenzen über der des normal empfindlichen Laborstammes.

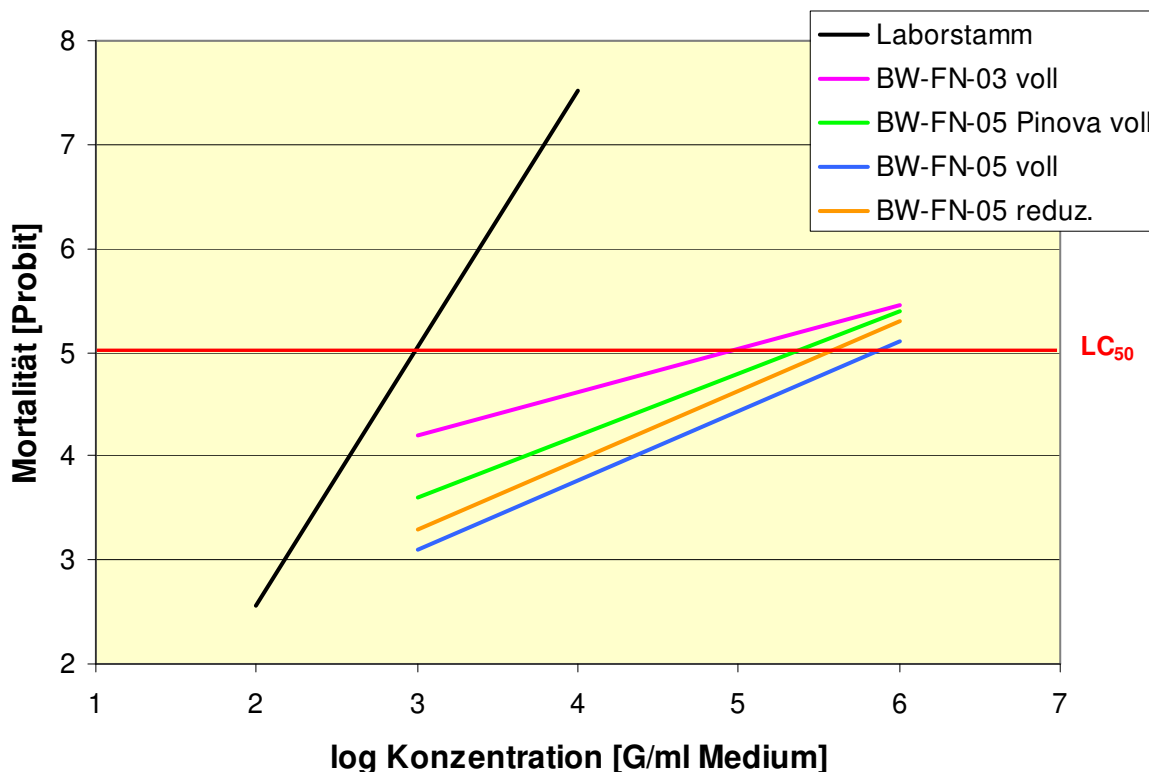


Abbildung 21: Empfindlichkeit von Apfelwickler-Larven aus der Anlage BW-FN nach Einsatz des CpGVs mit unterschiedlichen Aufwandmengen

3.6 Diskussion

Ziel des Projektes war die Einführung einer flächendeckenden Strategie zur Bekämpfung des Apfelwicklers und des Fruchtschalenwicklers durch biologische Verfahren in die Praxis. Für die Betriebe sollte durch diese Strategie einerseits der Einsatz synthetischer Pflanzenschutzmittel reduziert werden. Hier stand besonders Fenoxycarb (Insegar) im Vordergrund, da dieses Präparat bienengefährlich ist. Andererseits sollte das Risiko eines unvorhergesehenen starken Befalls, wie er in dem untersuchten Gebiet häufig aufgetreten war, reduziert werden.

Während der Projektlaufzeit zeigte sich schnell, dass die Streuobstbäume im Gebiet tatsächlich Befallsherde darstellten und für die verschiedenen unerklärlichen Befallsprobleme verantwortlich waren. Die Befallsherde „streuten“ jedoch vermutlich aufgrund von Windverdriftung anders als vermutet und über eine weitaus grössere Entfernung als zunächst angenommen. Bis alle Befallsherde identifiziert und ausgeräumt waren, verging deshalb eine ziemlich lange Zeit.

Während dieser Zeit wurden die Anlagen je nach Lage und „Gefährdung“ unterschiedlich bewahrt und sollten mit unterschiedlichen Aufwandmengen an CpGV behandelt werden. Dies erwies sich in der Praxis, wo unter Zeitdruck mit einer Tankfüllung alle oder viele Anlagen eines Betriebes behandelt werden müssen, als schwierig. Daher wurden oft alle Anlagen eines Betriebes mit höherer Aufwandmenge behandelt, auch wenn dies nicht notwendig gewesen wäre. Eine wesentliche Reduktion der Aufwandmenge an CpGV ist erst jetzt zu Projektende für alle Betriebe möglich, wenn keine „Problemanlagen“ mehr dazwischenliegen und die Population überall niedrig ist.

Grundsätzlich war es mit der angewendeten Methode von drei Behandlungen mit voller Aufwandmenge möglich, die Population in den Streuobstanlagen so stark zu reduzieren, daß sie keine wesentlichen Probleme mehr verursachten. Voraussetzung dafür war allerdings eine angepaßte Spritztechnik, die einem der Betriebe noch zur Verfügung stand.

Die Kosten für Präparat und Behandlung müssen von allen Betrieben eines Gebietes gemeinsam getragen werden – ähnlich der für die Randabhängung mit Dispensern bei der Verwirrungstechnik. In dieser Gruppe konnte dies gut organisiert werden, in manch anderen „Verwirrgemeinschaften“ könnten sich hieraus auch Probleme ergeben. So könnte dann versucht werden, die Kosten für die Streuobstbehandlung auf die unmittelbaren Nachbarn dieser Strukturen zu beschränken. Eine gewisse soziale Kompetenz aller beteiligten Betriebe ist also neben dem Vorhandensein geeigneter Spritztechnik eine Grundvoraussetzung für ein Gelingen eines solchen Pflanzenschutzkonzepts.

Die Mehrkosten und der Mehraufwand für diese Behandlungen werden aus Sicht der Betriebe durch ein weitaus geringeres Risiko für plötzlich auftretenden starken Apfelwicklerbefall kompensiert. Da momentan keine wirklich hochwirksamen synthetischen Präparate zur Bekämpfung des Apfelwicklers zur Verfügung stehen, führt eine solche Situation auch bei Anwendung synthetischer Präparate immer zu Fruchtschäden. Durch hohe Populationen im Folgejahr kann der Befall dann mittelfristig schnell ausser Kontrolle geraten. Das Konzept „Niedrighalten der Population“ ist also auch unter dem Gesichtspunkt der Risikominimierung vorteilhaft.

Um dieses Konzept umzusetzen, lagen die Schwerpunkte der Behandlungen mit CpGV immer auf der ersten Generation des Apfelwicklers. In dieser Zeit sind noch viele Fungizidbehandlungen auszubringen, so dass das CpGV zugemischt werden kann und keine „Extrabehandlungen“ erforderlich waren.

Wenn dann im Spätsommer die Fungizidbehandlungen ausgesetzt wurden, musste CpGV nur noch selten ausgebracht werden: Die Population der zweiten Generation war meistens so stark reduziert, dass die Verwirrungstechnik gut zum Tragen kam und nur wenige Behandlungen notwendig waren. Diese konnten mit den Lagerspritzungen kombiniert werden. Besonders im langen heißen Sommer des Jahres 2003 mit einer starken zweiten Generation wurde dies von den Betrieben als sehr vorteilhaft empfunden. Da die meisten Betriebe im August in der Zwetschenernte sind, waren bei einer betriebswirtschaftlichen Betrachtung nicht nur die einfachen Kosten für eine „Extraspritzung“ gegen die zweite Generation des Apfelwicklers zu diesem Termin zu berücksichtigen sondern eine Störung des gesamten Betriebsablaufes bei der Zwetschenernte, wenn der Betriebsleiter in diesem Zeitraum eine „Terminspritzung“ durchführen muss.

Generell war die angewandte Strategie also durchaus erfolgreich, wenn auch die Aufwandsmengen an CpGV nicht ganz so stark reduziert werden konnten wie anfangs angenommen. Im untersuchten Zeitraum war auch keinerlei Tendenz zur Resistenzbildung gegenüber CpGV an der Population des untersuchten Gebietes festzustellen. Grundsätzlich trägt jedoch gerade das System der wenigen Behandlungen an den Streuobstbäumen hier ein gewisses Risiko in sich. Die festgestellten Unterschiede in der Empfindlichkeit verschiedener Apfelwicklerpopulationen gegenüber dem Granulovirus zeigen, dass eine Resistenzbildung grundsätzlich möglich und offensichtlich an verschiedenen Standorten bereits erfolgt ist.

Von den überprüften Apfelwickler-Stämmen aus insgesamt 18 verschiedenen Anlagen zeigten nahezu alle, die aus Problembetrieben stammten, eine ca. 1000-fach geringere Empfindlichkeit gegenüber dem CpGV. Auch aus Frankreich (Sauphanor et al., 2006), Italien und der Schweiz gibt es inzwischen Meldungen über Wirksamkeitsverluste bei der Anwendung des CpGV (persönliche Mitteilung), die auf Resistenzentwicklung basieren. Die Mehrzahl der ökologisch bewirtschafteten Anlagen in Deutschland (500-600) weist jedoch keine Bekämpfungsprobleme auf.

Inwieweit resistente Apfelwicklerpopulationen durch den Einsatz des CpGVs neu entstanden sind, oder ob diese schon immer im Freiland vorkommen, muss noch untersucht werden.

Neuste Ergebnisse, dass die Resistenz der betroffenen Apfelwicklerpopulationen durch neue Isolate des CpGVs wieder gebrochen werden kann, lassen hoffen, dass auch in Zukunft mit dem CpGV in Kombination mit anderen biologischen Verfahren eine erfolgreiche Bekämpfung des Apfelwicklers möglich ist (Jehle et al., 2006).

Nach dem momentanen Kenntnisstand ist die in diesem Projekt verfolgte Strategie daher vom Gesichtspunkt der Resistenzbildung her nicht unbedingt empfehlenswert – zumindest nicht, bis die Mechanismen der Resistenzbildung klar sind und entsprechende Isolate von CpGV für ein erfolgreiches Resistenzmanagement im Handel sind.

Ein weiteres Problem stellte der Kleine Fruchtwickler dar. Er ist inzwischen in allen Anlagen präsent, verursachte allerdings nur an wenigen Stellen wirkliche Schäden. Die Prognose des Befallsrisikos durch Pheromonfallen ist aber aufgrund des punktuellen Auftretens dieses Schädling sehr schwierig und risikoreich. Wird daher der Befall ignoriert, kann es jederzeit zu unvorhergesehenen Schäden kommen. Eine Lösung für dieses Problem könnte mittelfristig der Einsatz der Verwirrungstechnik auch gegen den Kleinen Fruchtwickler bzw. von kombinierten Dispensern, die sowohl die Pheromone für Apfelwickler als auch für Fruchtwickler enthalten, darstellen. Momentan ist dieses Verfahren jedoch in Deutschland noch nicht zugelassen.

Unter den jetzigen Voraussetzungen scheint es daher sinnvoll, eine Behandlung mit synthetischen Insektiziden zum Zeitpunkt des Hauptschlupfes des Kleinen Fruchtwickers in die Strategie zu integrieren. Dies könnte gleichzeitig einer Resistenzbildung des Apfelwicklers gegenüber CpGV entgegenwirken.

Bei der Interpretation der Ergebnisse zum den Schalenwicklern muß die Entwicklung in der Region berücksichtigt werden. Allgemein trat der Fruchtschalenwickler vor allem im Jahr 2003 in Erscheinung, um dann weitgehend bedeutungslos zu werden. Im Jahr 2004 konnte überall eine hohe Population der (indifferenten) Palpenmotte beobachtet werden. Teilweise wurde auch der Rote Knospenwickler gefunden.

Der Rückgang der Population des Fruchtschalenwicklers im untersuchten Gebiet muss also nicht unbedingt nur auf die verfolgte Strategie zurückzuführen sein. Es können auch andere, regionale Faktoren eine Rolle gespielt haben. Festgehalten werden kann jedoch die sehr hohe Parasitierung der Sommergeneration im Jahr 2003. Diese lag wesentlich höher als im Vorjahr und hat auf jeden Fall dazu beigetragen, dass im Herbst keine Fruchtschäden entstanden sind. Auch das Parasitoidenspektrum hatte sich etwas erweitert. Durch den kompletten Zusammenbruch der Population im Jahr 2004 hat sich natürlich auch das Parasitoidenpotential wieder drastisch reduziert.

Inwiefern die langfristige Anwendung von Capex 2 sich in diesem Fall zum langfristigen Niedrighalten der Population bewährt hat, kann also nicht abschließend bewertet werden. Die Betriebe wollen die Strategie auf jeden Fall weiterführen.

Hierbei bleibt aber das Auftreten des Roten Knospenwicklers, der zu Projektende in vielen Anlagen gefunden wurde, sowie das des Kleinen Frostspanners und diverser Eulenraupen im Jahr 2005 zu berücksichtigen. Um diese Population mittelfristig niedrig zu halten, könnte die im Jahr 2005 angewandte Strategie des Einsatzes von Tebufenozid (Mimic) zum Zeitpunkt der abgehenden Blüte weiterhin zur Anwendung kommen. Hierbei würde sowohl der Rote Knospenwickler als auch die Frostspanner- und Eulenlarven reduziert, auch wenn das Präparat bei früherer Anwendung wirksamer wäre. Zu diesem Termin ist aber eine gleichzeitige Bekämpfung des Bodenseewicklers gegeben, so dass die Kosten wiederum nicht ins Gewicht fallen und die Strategie mit Capex weitergeführt werden könnte.

4 Schlußfolgerungen

Eine Strategie zur Bekämpfung des Apfelwicklers und des Fruchtschalenwicklers durch eine Kombination der biologischen Verfahren Verwirrungstechnik und Granuloviren auf grosser Fläche kann aufgrund der Erfahrungen in diesem Projekt auf jeden Fall auch für kleinstrukturierte vielseitige Flächen empfohlen werden. Hochstämme von Apfel und Birne stellen allerdings potentielle Befallsherde dar. Je nach Höhe dieser Bäume und nach Windrichtung und -stärke müssen solche Strukturen auch in beträchtlicher Entfernung noch berücksichtigt werden, will man die Apfelwicklerpopulation konstant niedrig halten. Die hier praktizierte Methode zur Reduktion der Apfelwicklerpopulation an Hochstammbäumen durch dreimalige Behandlung mit voller Aufwandmenge an Granuloviren mit einem Spritzgerät, das eine entsprechende Baumhöhe abdecken kann, hat sich grundsätzlich bewährt.

Voraussetzung ist allerdings das Vorhandensein eines solche Geräts und eine gewisse gemeinschaftliche Organisation der Gruppe von Betriebsleitern, die ihre Flächen im Gebiet haben.

Dies ist auch für die Ausbringung der Verwirrungstechnik und die entsprechenden Behandlungen mit Granuloviren auf den Obstbauflächen wichtig. Im Projekt stellte es kein Problem dar, was nicht immer so sein muss. Hilfreich bei einer solchen Organisation ist auf jeden Fall, dass eher extensiv arbeitende Betriebe durch eine Anfangsspritzung mit hoher Aufwandmenge an Granuloviren ihre Populationen weitgehend so reduzieren können, dass sie für die anderen Flächen keine Probleme mehr verursachen. Im vorliegenden Fall war dies problemlos vermittelbar.

Vor dem Hintergrund der sich abzeichnenden Resistenzproblematik, deren Hintergründe noch ungeklärt sind und des Auftretens des Kleinen Fruchtwickers im Gebiet wird momentan empfohlen, eine Behandlung mit synthetischen Insektiziden im Juni zum Hauptschlupfzeitpunkt des Kleinen Fruchtwickers durchzuführen. Damit erfolgt gleichzeitig ein gewisses Resistenzmanagement für den Apfelwickler. Trotzdem bedeutet dies im Vergleich zu den herkömmlichen Strategien noch eine grosse Reduktion des Aufwandes von chemisch-synthetischen Präparaten.

Der Kleine Fruchtwicker tritt nur in bestimmten Lagen auf, so daß diese Ergebnisse nicht unbedingt auf alle anderen Flächen übertragbar sind. Mittelfristig ist auch zu erwarten, dass für den Kleinen Fruchtwicker ebenfalls eine Verwirrungstechnik zur Verfügung steht. Kann die Resistenzproblematik durch andere Isolate von Granuloviren entschärft werden, kann das Verfahren auf jeden Fall empfohlen werden. Denkbar wäre mittelfristig auch, die Behandlung der Streuobstbäume zur Reduktion der Population mit anderen biologischen Verfahren, die zur Zeit noch in der Entwicklung sind wie z.B. Nematoden durchzuführen und so das Resistenzproblem zu entschärfen.

Zum langfristigen und grossflächigen Einsatz von Granuloviren gegen den Fruchtschalenwickler *Adoxophyes orana* kann nur begrenzt eine Aussage getroffen werden, da die Population in der Region generell stark zurückgegangen ist. Auf jeden Fall zeigte sich eine Zunahme der Parasitierung im zweiten Projektjahr. Zu berücksichtigen ist aber auch das Auftreten weiterer Arten und eine ggf. notwendige Bekämpfung des Kleinen Frostspanners. Von diesen Parametern hängt auf jeden Fall eine Empfehlung ab. Des Weiteren ist nicht bekannt, inwieweit auch beim Schalenwicklergranulovirus eine Resistenzbildung möglich ist. Bevor beim Apfelwickler nicht mehr über die Hintergründe der Resistenzen bekannt ist, sollte der langfristige und grossflächige Einsatz reduzierter Aufwandmengen auch beim Fruchtschalenwickler mit einer gewissen Zurückhaltung gehandhabt werden.

5 Zusammenfassung

Ziel des Projektes war die Einführung einer flächendeckenden Strategie zur Bekämpfung des Apfelwicklers und des Fruchtschalenwicklers durch eine Kombination der biologischen Verfahren Verwirrungstechnik und Granuloviren in die Praxis. Bei einer solchen Strategie steht die Reduktion der Population auf grosser Fläche im Vordergrund. Daher muss sie langfristig und grossflächig angelegt werden.

Für die Betriebe sollte durch diese Strategie einerseits der Einsatz synthetischer Pflanzenschutzmittel reduziert werden. Andererseits sollte das Risiko eines unvorhergesehenen starken Befalls, wie er in dem untersuchten Gebiet häufig aufgetreten war, reduziert werden. Daher wurden im Rahmen des Projekts Streuobstbäume und extensive Anlagen in einem Gebiet, aus dem ständig Apfelwicklerprobleme berichtet wurden, mit wenigen Granulovirus-Spritzungen behandelt, um so eine wirklich flächendeckende Populationsreduktion zu erreichen.

Im Laufe des Projektes zeigte sich, daß die Behandlung der Streuobstbäume als Befallsherde für den Erfolg der Strategie sehr wichtig war. Durch Windverdriftung waren diese Befallsherde jedoch für Anlagen in über 100 m Entfernung noch von Bedeutung, so daß die Behandlung auch auf anfangs nicht mit einbezogene Bäume ausgedehnt werden mußte. Bis alle Befallsherde identifiziert und ausgeräumt waren, verging deshalb eine ziemlich lange Zeit.

Grundsätzlich war es mit der angewendeten Methode von drei Behandlungen mit voller Aufwandmenge möglich, die Population in den Streuobstanlagen so stark zu reduzieren, daß sie keine wesentlichen Problem mehr verursachten. Voraussetzung dafür war allerdings eine angepaßte Spritztechnik, die einem der Betriebe noch zur Verfügung stand.

Die Mehrkosten und der Mehraufwand für diese Behandlungen werden aus Sicht der Betriebe durch ein weitaus geringeres Risiko für plötzlich auftretenden starken Apfelwicklerbefall kompensiert. Da momentan keine wirklich hochwirksamen synthetischen Präparate zur Bekämpfung des Apfelwicklers zur Verfügung stehen, führt eine solche Situation auch bei Anwendung synthetischer Präparate immer zu Fruchtschäden. Durch hohe Populationen im Folgejahr kann der Befall dann mittelfristig schnell ausser Kontrolle geraten. Das Konzept „Niedrighalten der Population“ ist also auch unter dem Gesichtspunkt der Risikominimierung vorteilhaft.

Um dieses Konzept umzusetzen, lagen die Schwerpunkte der Behandlungen mit CpGV immer auf der ersten Generation des Apfelwicklers. In dieser Zeit sind noch viele Fungizidbehandlungen auszubringen, so dass das CpGV zugemischt werden kann und keine „Extrabehandlungen“ erforderlich waren. Wenn dann im Spätsommer die Fungizidbehandlungen ausgesetzt wurden, musste CpGV nur noch selten asugebracht werden: Die Population der zweiten Generation war meistens so stark reduziert, dass die Verwirrungstechnik gut zum Tragen kam und nur wenige Behandlungen notwendig waren. Diese konnten mit den Lagerspritzungen kombiniert werden.

Generell war die angewandte Strategie also durchaus erfolgreich, wenn auch die Aufwandmengen an CpGV nicht ganz so stark reduziert werden konnten wie anfangs angenommen. Im untersuchten Zeitraum war auch keinerlei Tendenz zur Resistenzbildung gegenüber CpGV an der Population des untersuchten Gebietes festzustellen. Grundsätzlich trägt jedoch gerade das System der wenigen Behandlungen an den Streuobstbäumen hier ein gewisses Risiko in sich. Die in den begleitenden Untersuchungen in anderen Anlagen festgestellten Unterschiede in der Empfindlichkeit verschiedener Apfelwicklerpopulationen gegenüber dem Granulovirus zeigen aber, dass eine Resistenzbildung grundsätzlich möglich und offensichtlich an verschiedenen Standorten bereits erfolgt ist.

Von den überprüften Apfelwickler-Stämmen aus insgesamt 18 verschiedenen Anlagen zeigten nahezu alle, die aus ökologisch wirtschaftenden Betrieben mit plötzlich aufgetretenen Apfelwicklerproblemen stammten, eine ca. 1000-fach geringere Empfindlichkeit gegenüber dem CpGV. Die Mehrzahl der ökologisch bewirtschafteten Anlagen in Deutschland (500-600) weist jedoch keine Bekämpfungsprobleme auf.

Inwieweit resistente Apfelwicklerpopulationen durch den Einsatz des CpGVs neu entstanden sind, oder ob diese schon immer im Freiland vorkommen, muss noch untersucht werden.

Nach dem momentanen Kenntnisstand ist die in diesem Projekt verfolgte Strategie daher vom Gesichtspunkt der Resistenzbildung her nicht unbedingt empfehlenswert – zumindest nicht, bis die Mechanismen der Resistenzbildung klar sind.

Ein weiteres Problem stellte der Kleine Fruchtwickler dar. Er ist inzwischen in allen Anlagen präsent, verursachte allerdings nur an wenigen Stellen wirkliche Schäden.

Die Prognose des Befallsrisikos durch Pheromonfallen ist aber aufgrund des punktuellen Auftretens dieses Schädling sehr schwierig und risikoreich. Wird daher der Befall ignoriert, kann es jederzeit zu unvorhergesehenen Schäden kommen. Eine Lösung für dieses Problem könnte mittelfristig der Einsatz der Verwirrungstechnik auch gegen den Kleinen Fruchtwickler bzw. von kombinierten Dispensern, die sowohl die Pheromone für Apfelwickler als auch für Fruchtwickler enthalten, darstellen. Momentan ist dieses Verfahren jedoch in Deutschland noch nicht zugelassen.

Unter den jetzigen Voraussetzungen scheint es daher sinnvoll, eine Behandlung mit synthetischen Insektiziden zum Zeitpunkt des Hauptschlupfes des Kleinen Fruchtwickers in die Strategie zu integrieren. Dies könnte gleichzeitig einer Resistenzbildung des Apfelwicklers gegenüber CpGV entgegenwirken.

Der Rückgang der Population des Fruchtschalenwicklers im untersuchten Gebiet muss nicht unbedingt nur auf die verfolgte Strategie zurückzuführen sein. Eine ähnliche Entwicklung war in der Region allgemein zu beobachten. Festgehalten werden kann jedoch eine sehr hohe Parasitierung der Sommergeneration im zweiten Projektjahr. Durch den anschließenden Zusammenbruch der Population konnte dies nicht weiter verfolgt werden

Das Auftreten des Roten Knospenwicklers, der zu Projektende in vielen Anlagen gefunden wurde, sowie das des Kleinen Frostspanners und diverser Eulenraupen im Jahr 2005 muss bei einer künftigen Strategie berücksichtigt werden.

6 Abstract

Purpose of the project was the elaboration and implementation of a Codling moth control strategy combining biological methods such as mating disruption and codling moth granulovirus (CpGV) on larger areas. This strategy aims towards long-term population control on larger areas only.

For the growers, it was important to reduce the use of synthetic pesticides. On the other hand, the risk of an unpredictable strong infestation, as observed very often in the area covered by the project, should be reduced.

Thus, in this project not only the commercial orchards but also high apple trees (Streuobst) that normally remain untreated and extensive orchards were treated with CpGV to achieve a really area-wide reduction of Codling moth population. It was shown that the key strategy was the treatment of the high apple and pear trees three times a year with CpGV. Due to transport by wind these trees were even in more than 100 m distance from the commercial orchards important sources of infestation. The treatments had to be extended to high trees that were not considered at the beginning of the project because the distance to the commercial orchards was too high. Thus, in the project it lasted a rather long time until all sources of infestation were found and reduced.

It could be shown that with three treatments of CpGV during the year the codling moth populations in the high trees could be reduced so much that they created no problems any more. However, this required an adequate application technique able to cover the high trees. The higher cost and effort for these treatments is balanced by a great reduction of the risk of a sudden unexpected Codling moth infestation as observed in the years before in these orchards. Since actually in Germany there are no pesticides that are highly effective against the second generation of codling moth, such a situation leads always to high economical losses for the grower.

If the population is high for the following year, there can be easily further problems. The concept “keep down the populations” has also great advantages regarding the risk management.

The treatments of the commercial orchards were done always mainly against the first generation of Codling moth. During this period, the application of CpGV can be combined with the fungicide treatments which are often necessary. In late summer, when fungicide treatments are usually not that frequent, CpGV treatments were also rare due to the effect of the mating disruption.

During the time of the investigation (4 years) the Codling moth population of the area covered by the project did not show any sign of a reduction of the susceptibility to CpGV. This reduction, however, could be shown in other populations originating from organic orchards in this and other regions where problems with codling moth arose in 2003.

Nearly all the populations sampled in organic orchards with codling moth problems arising in 2003, 2004 and 2005 proved to be 1,000-fold less susceptible to CpGV than other populations. Most organic orchards in Germany (about 500-600) do not show any codling moth problems until now. Still it is not known if resistant codling moth populations have always existed in nature and have been selected now or if there is another background of the resistance building.

Nevertheless, actually the strategy developed in this project must be discussed also under the aspect of the risk of resistance building.

Another problem was *Grapholita lobarzewskii*. It was present in all orchards at the end of the project. However, damage was caused only in few cases. The monitoring and prognosis with pheromone traps proved to be difficult due to behaviour of this species that occurs on small spots and does not disperse in the whole orchard. A solution for this problem could be the application of mating disruption for this species. Actually, this pheromone is not registered in Germany.

In the recent situation, it seems best to introduce also one treatment with a synthetic pesticide to control *Grapholita lobarzewskii* in June into the basis strategy, and to establish a certain resistance management for CpGV.

The reduction of *Adoxophyes orana* in the area covered must not be necessarily due to the strategy performed with area-wide granulovirus treatments. A similar reduction could be observed in the whole region. A very high parasitization of the larvae of the summer generation in the second year was obvious. Due to the “collapse” of the population this could not be observed further. The occurrence of *Spilonota ocellana*, Noctuid larvae and *Operophtera brumata* must be considered planning a strategy based on granulovirus treatment against *Adoxophyes orana*.

7 Zitierte Literatur

- Andermatt, M. (1989): Die mikrobiologische Bekämpfung des Schalenwickler *Adoxophyes orana* F.v.R. mittels Granuloseviren. Diss. ETH Zuerich.
- Bathon, H., 1981: Zur Zucht des Apfelwicklers, *Laspeyresia pomonella* (L.) (Lep., Tortricidae), auf einem künstlichen Nährmedium. Mitt. dtsh. Ges. allg. angew. Ent. 2, 136-140.
- Charmillot, J.P. & Pasquer, P.J. (1998): Le virus de la granulose du carpocapse *Cydia pomonella*: 3. Essa pratique de longue durée. Revue Suisse Vitic. Arboric. Hortic. 30 (3): 185-187.

- Dickler, E. (1999): Möglichkeiten der Kombination von Apfelwicklergranulosevirus mit anderen selektiven Verfahren. Eds. Kienzle J & Zebitz, C.P.W.: Probleme und Perspektiven der Verwirrungsmethode gegen Wicklerarten im Apfelanbau und Kombination mit anderen biologischen Verfahren: Praxis, Beratung und Forschung im Gespräch, Hohenheim, 1999: 31-35.
- Fritsch, E.; Undorf-Spahn, K.; Kienzle, J.; Zebitz, C. P. W.; Huber, J.; 2005: Codling moth granulovirus: first indications for variations in the susceptibility of local codling moth populations. In: Triggiani, O. (ed.): Invertebrate pathogens in biological control: Present and Future. 10. European meeting: Insect pathogens and insect parasitic nematodes, Locorondo, Bari, 10.06.05-15.06.05. IOBC/WPRS Working Group, 2005, 66.
- Fritsch, E.; Undorf-Spahn, K.; Kienzle, J.; Zebitz, C. P. W.; Huber, J.; 2006: Codling moth granulovirus: Variations in the susceptibility of local codling moth populations. 12th International Conference on Cultivation Technique and Phytopathological Problems in Organic Fruit-Growing: Proceedings to the Conference from 31st January to 2nd February 2006 at Weinsberg/Germany. Ed. M. Boos, Fördergemeinschaft Ökologischer Obstbau e.V. (FÖKO), Weinsberg 2006, 7-13.
- Fritsch, E.; Undorf-Spahn, K.; Kienzle, J.; Zebitz, C.P.W.; Huber, J., 2005: Apfelwickler-Granulovirus: Erste Hinweise auf Unterschiede in der Empfindlichkeit lokaler Apfelwickler-Populationen. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd., **57**(2), 29-34.
- Höhn, H.; Höpli, H.; Graf, B. (1998): Einsatz von Granuloseviren in der Schweiz. Eds. Kienzle J. & Zebitz, C.P.W.: Biologische Pflanzenschutzverfahren im Erwerbsobstbau: Praxis, Beratung und Forschung im Gespräch, Hohenheim, 1998: 171-174.
- Huber, J. & Dickler, E. (1976): Das Granulosevirus des Apfelwicklers: Seine Erprobung für die biologische Schädlingsbekämpfung. Zeitschrift fuer Angewandte Entomologie **82** (2): 143-147
- Huber, J. (1990): History of the CpGV as a biological control agent – its long way to a commercial viral pesticide. Proceedings and abstracts, Vth International Colloquium on Invertebrate Pathology and Microbial Control, Adelaide, Australia, 20-24 August 1990: 234-236.
- Huber, J., 1981: Apfelwickler-Granulosevirus: Produktion und Biotests. Mitt. dtsh. Ges. allg. angew. Ent. **2**, 141-145.
- Ivaldi-Sender, C., 1974. Techniques simples pour élevage permanent de la tordeuse orientale, *Grapholita molesta* (Lep., Tortricidae), sur milieu artificiel. Ann. Zool. Ecol. Anim., **6**, 337-343.
- Jehle, J.A., Sayed, S.M., Wahl-Ermel, B., Eberle, K.E., 2006. Neues Granulovirus-Isolat. Bekämpfung von resistenten Apfelwicklerpopulationen möglich? – Obstbau, **31**(6), 320-322.
- Kienzle, J., Lange, E., Trautmann, M., Schulz, C., Kumpmann, S., Almatni, W. & C. P. W. Zebitz (2001): Four years experiences with tortricid control in apple orchards by mating disruption in the region of Lake Constance: Is combination with mating disruption a new chance for other biological methods? In: Witzgall, P. (ed.) Pheromones and other biological techniques for insect control in orchards and vineyards. IOBC wprs Bulletin **24**(2), 13-22.
- Kienzle, J., Zebitz, C.P.W., Brass, S. Athanassov, A. (1995a): Populationsdynamik von Schalenwicklern und ihrer Parasitoide in ökologisch bewirtschafteten Apfelanlagen. Fördergem. Ökol. Obstbau e.V. (Hrsg.) (1995): 7. Internationaler Erfahrungsaustausch über Forschungsergebnisse zum Ökologischen Obstbau, Weinsberg. S. 109-113.
- Sauphanor, B.; Berling, M.; Toubon, J.-F.; Reyes, M.; Delnatte, J., 2006: Carpopapse des pommes cas de résistance aux virus de la granulose dans le Sud-Est. Phytoma, La Défense des Végétaux, N° 590, 24-27.
- Tanada, Y., 1964: A granulosis virus of the codling moth, *Carpocapsa pomonella* (Linnaeus) (Olethreutidae, Lepidoptera). J. Insect Pathol. **6**, 378-380.
- Kienzle, J.; Schulz, C.; Zebitz, C.P.W (1999): Kombination der Verwirrungsmethoden gegen Fruchtschalenwickler mit anderen biologischen Verfahren. Eds. Kienzle J & Zebitz, C.P.W.: Probleme und Perspektiven der Verwirrungsmethode gegen Wicklerarten im Apfelanbau und Kombination mit anderen biologischen Verfahren: Praxis, Beratung und Forschung im Gespräch, Hohenheim, 1999: 36-42.
- Sato, T.; Oho, N.; Kodomari, S. 1986: Utilization of Granulosis Viruses for controlling Leafrollers in tea fields. JARQ Japan Agricultural Research Quarterly **19**, 271-275

Schmid, A., Cazelles, O. & Benz, G. (1983): A granulosis virus of the fruit tortrix, *Adoxophyes orana* F. v. R. (Lep., Tortricidae). Mitt. Schweiz. Entomol. Ges. **56**: 225-235.

Shiga, M., Yamada, H., Oho, N., Nakazawa, H. & ITO, Y. (1973): A granulosis virus, possible biocontrol agent for control of *Adoxophyes orana* (Lepidoptera: Tortricidae) in apple orchards: II. Semipersistent effect of artificial dissemination into an apple orchard. J. Invertebr. Pathol. **21**: 149-157.

Trautmann, M.; Lange, E.; Roesch, W. (1999): Aktueller Stand zur Verwirrung bei Apfel- und Schalenwickler in der Obstregion Bodensee. Eds. Kienzle J & Zebitz, C.P.W.: Probleme und Perspektiven der Verwirrungsmethode gegen Wicklerarten im Apfelanbau und Kombination mit anderen biologischen Verfahren: Praxis, Beratung und Forschung im Gespräch, Hohenheim, 1999: 11-14.

Triloff, P. (1998): Schalenwicklerbekämpfung mit Granuloseviren. Biologische Verfahren im Erwerbsobstbau, Eds: Kienzle, J. & Zebitz C.P.W., Hohenheim: 175.

8 Anhang

Im Anhang finden sich die Übersichtsgrafiken über die Befallsverteilung der einzelnen Schaderreger in der Fläche.

Seite A

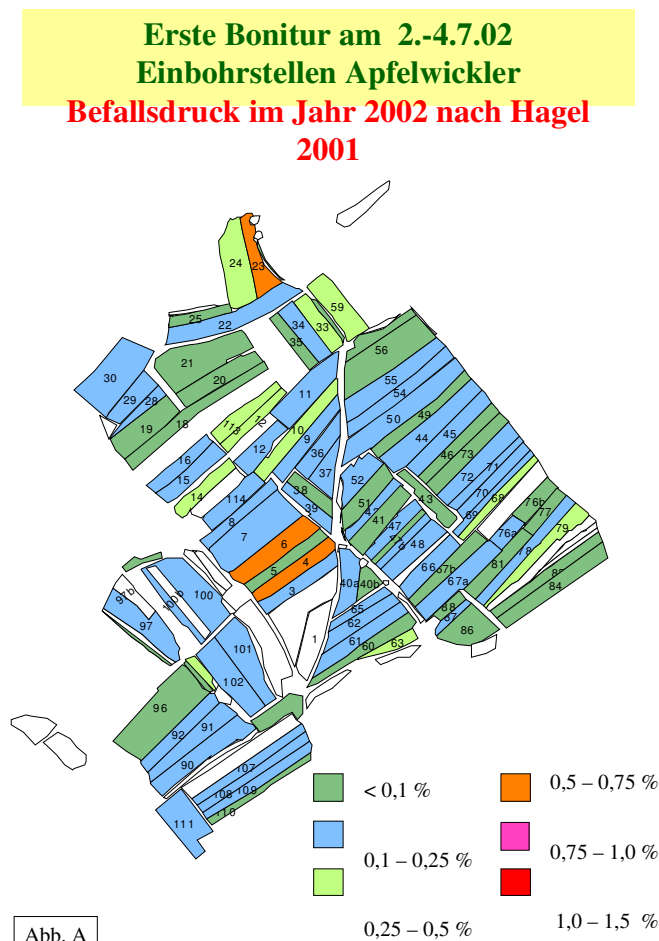


Abb. A

Seite A

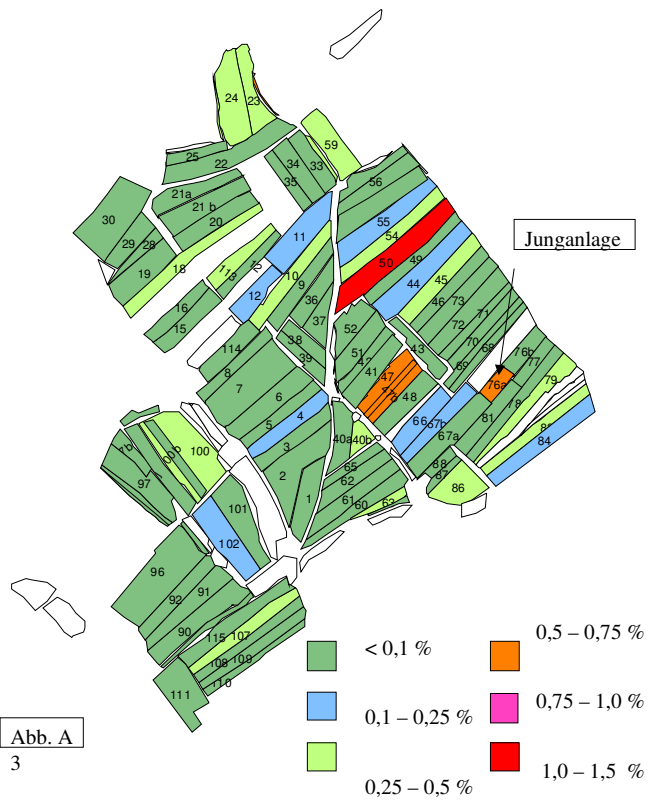
Erste Bonitur am 2.-4.7.02
Aktiver Befall Apfelwickler
Effekt der Behandlungen mit GV



Abb. A
2

Seite A
3

Erste Bonitur vom 5./6.7.05
Einbohrstellen Apfelwickler
Befallsdruck vom letzten Jahr



Erste Bonitur vom 5./6.7.05
Aktiver Befall Apfelwickler
? Befallsdruck Anfang zweite
Generation

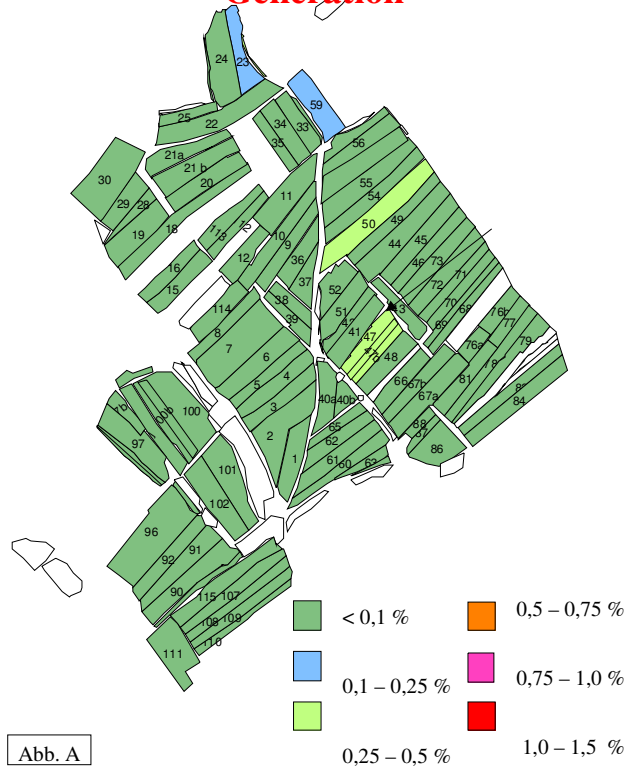


Abb. A

Seite A
5

**Zweite Bonitur vom 28./29.7.05
Einbohrstellen Apfelwickler**

**Schaden aus Teil der ersten
Generation**

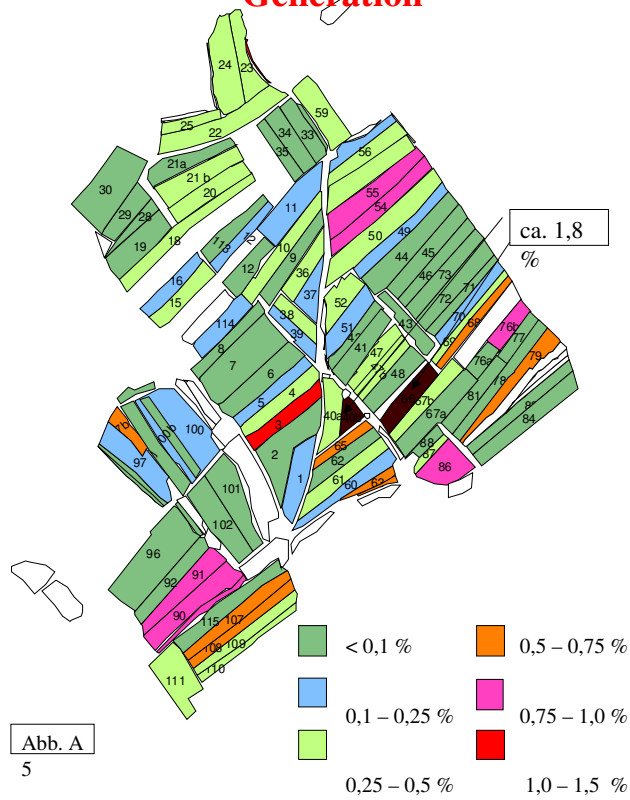


Abb. A
5

Zweite Bonitur vom 28./29.7.05
Aktiver Befall Apfelwickler

Befallsdruck für 2006 aus Rest 1. Generation

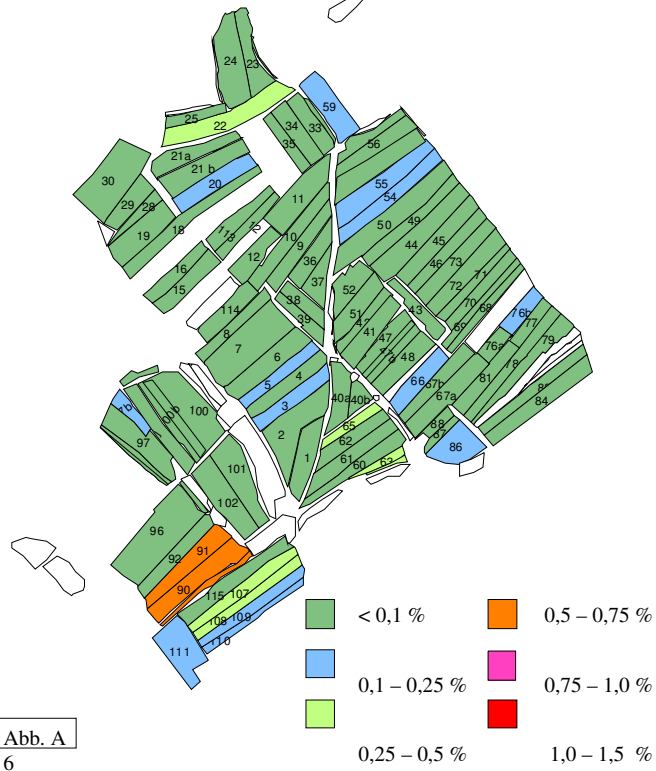


Abb. A

Seite A

Dritte Bonitur vom 11./12./15.8.05⁷
Einbohrstellen
Schaden Rest erste Generation

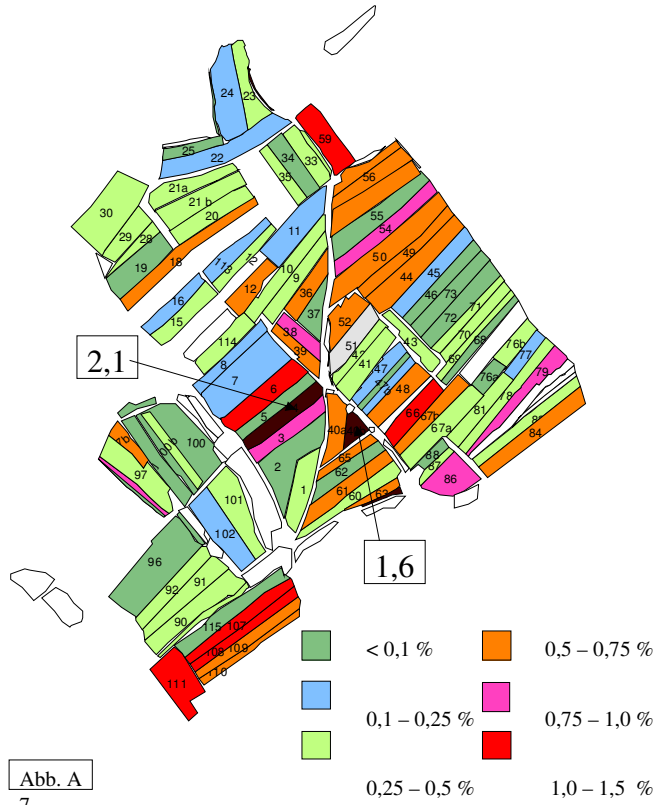


Abb. A
7

Seite A

Dritte Bonitur vom 11./12./15.8.05⁸
Aktiver Befall
Befallsdruck für 2006 durch
den Rest der ersten Generation

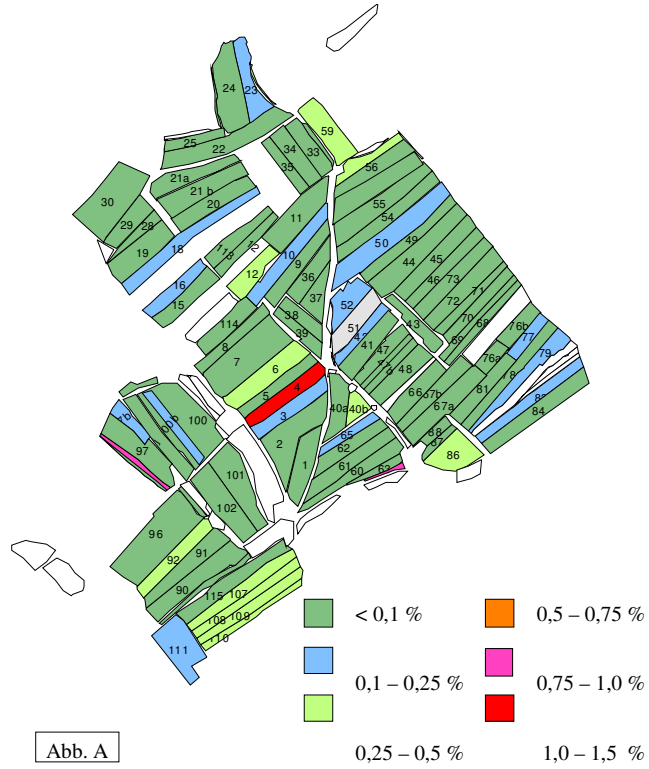
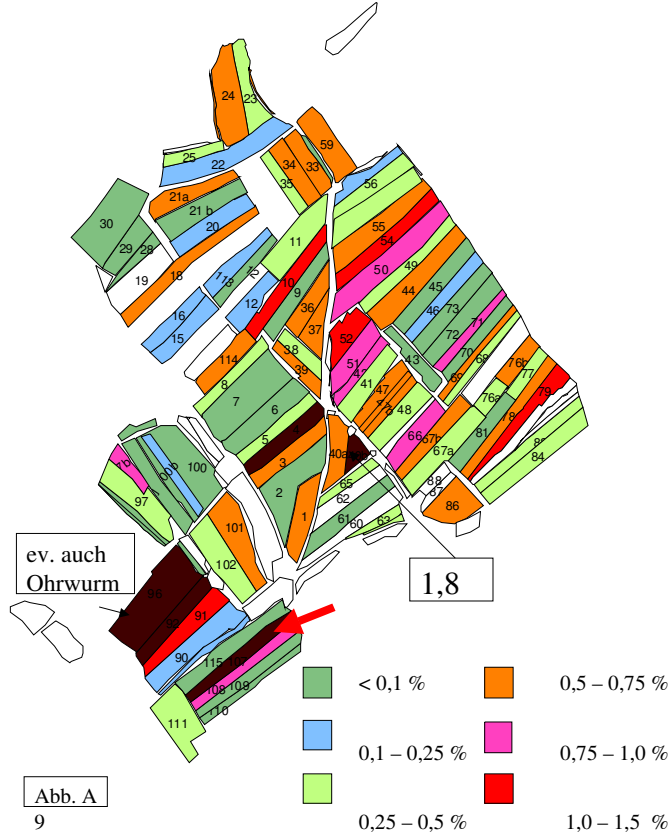


Abb. A
8

Erntebonitur vom 24./25.8.05
Einbohrstellen
Schaden zweite Generation



Erntebonitur vom 24./25.8.05
Aktiver Befall
Befallsdruck für 2006 durch 2.
Generation

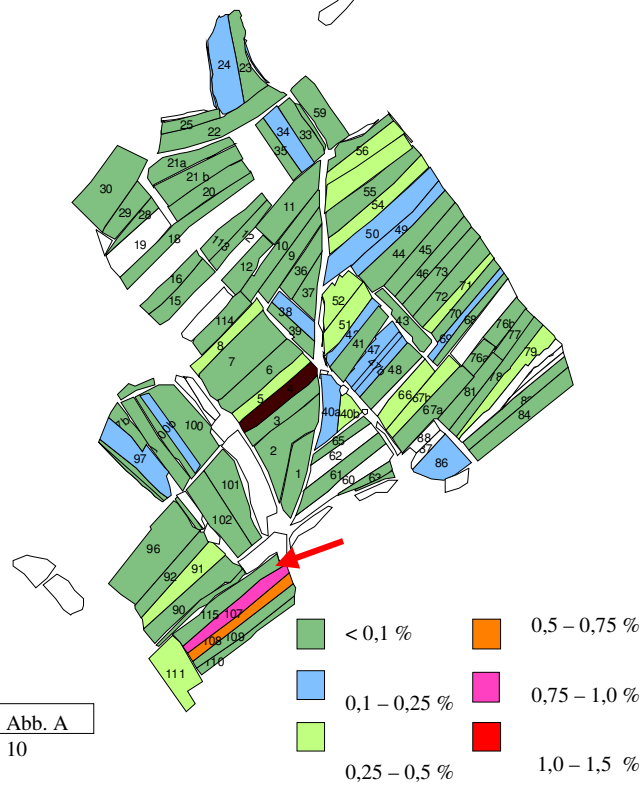
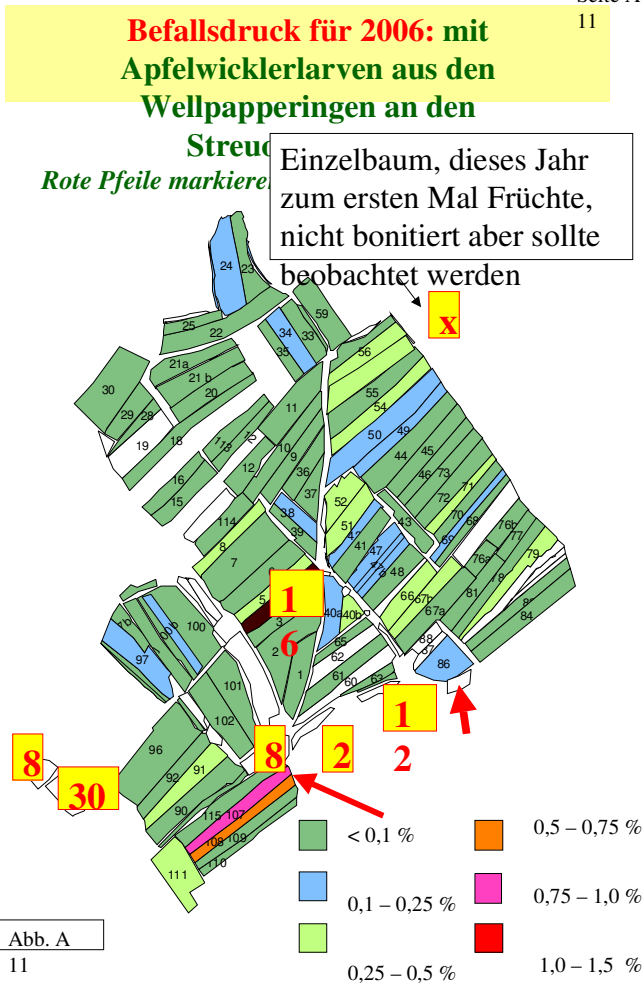


Abb. A
10



**Erste Bonitur vom 5./6.7.05
Befall Kleiner Fruchtwickler**

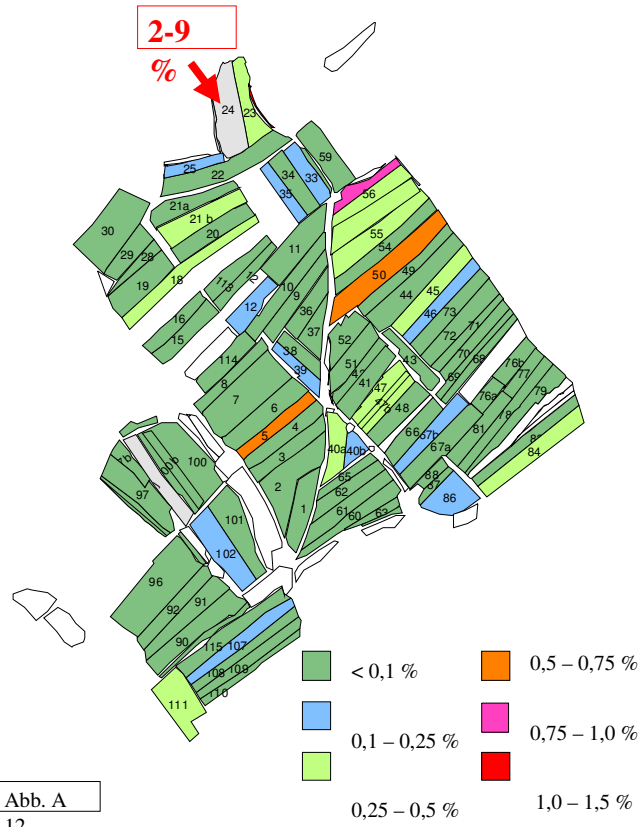


Abb. A
12

Seite A
13

Zweite Bonitur vom 28./29.7.05
Befall Kleiner Fruchtwickler

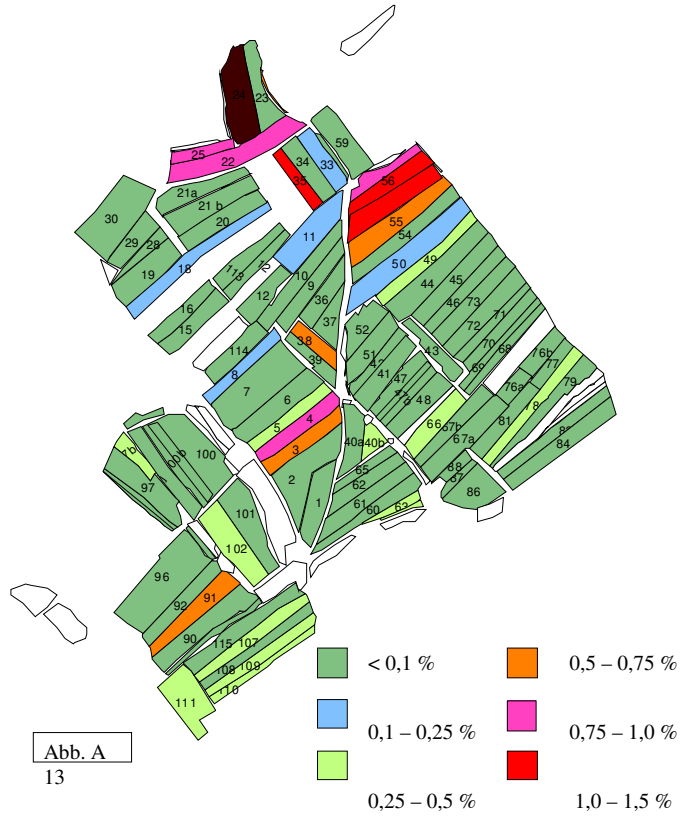


Abb. A
13

**Dritte Bonitur vom 11./12./15.8.05
Befall Kleiner Fruchtwickler**

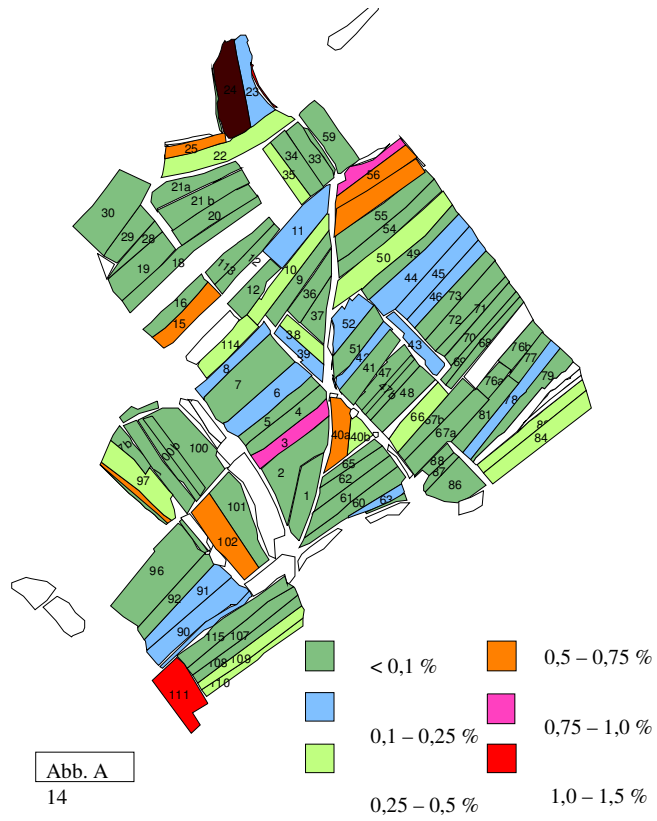
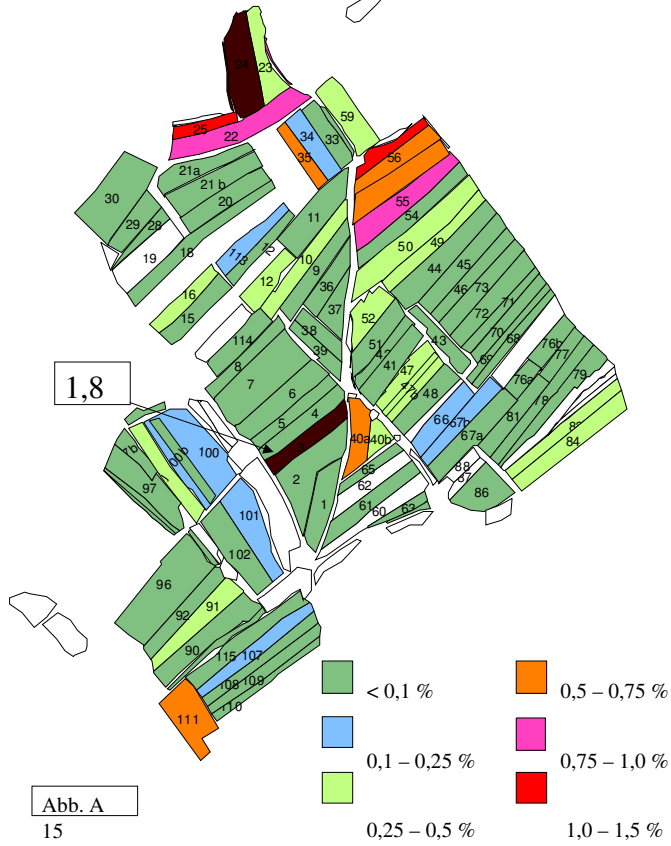


Abb. A
14

Seite A
15

Erntebonitur vom 28.8.05
Befall Kleiner Fruchtwickler



**Auftreten des Roten
Knospenwicklers**
**Zusammenfassende Darstellung der
Ergebnisse der Frühjahrsbonituren**
**vom 24.4. - 1.5.04 (Anzahl gefundener
Larven pro Anlage)**

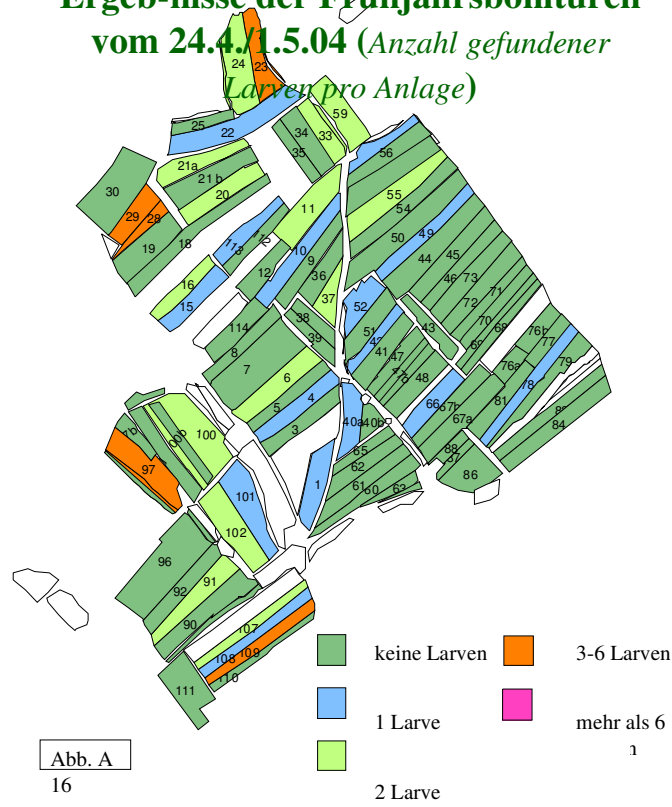
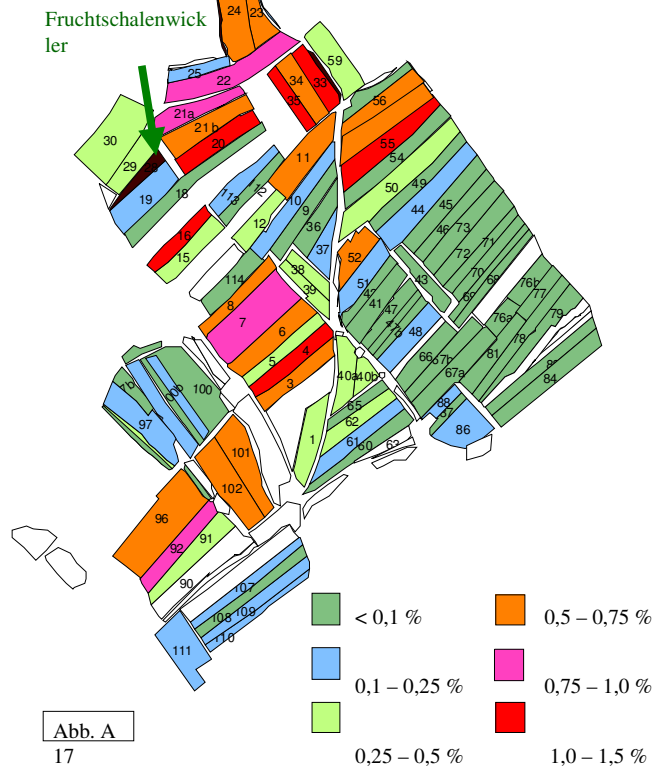


Abb. A
16

Fruchtschaden durch Schalenwickler

vor allem Roter Knospenwickler
Erntebonitur vom 3./4.9.04



Seite A

Auftreten des Roten Knospenwicklers¹⁸ Frühjahrsbonitur vom 2./3.5.05

(Anzahl gefundener Larven pro Anlage)



Abb. A
18

**Fruchtschaden durch
Schalenwickler
vor allem Roter Knospenwickler
Erntebonitur vom 28.8.05**



Abb. A
19