

**Forschungs- und
Entwicklungsvorhaben
FKZ 01UM022/2**

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

Abschlußbericht



Antragsteller

Marktgemeinschaft Bodensee eG
Peter Triloff
Albert Maier Str. 6
88045 Friedrichshafen

Wissenschaftliche Betreuung

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

INHALT

1	<u>AUFGABENSTELLUNG</u>	2
2	<u>PLANUNG UND ABLAUF DER ARBEITEN</u>	3
3	<u>ERGEBNISSE</u>	3
	A Erarbeitung von Strategien zum Einsatz des Apfelwicklergranulovirus	3
3.1	<u>VERSUCHE ZUR NOTWENDIGEN AUFWANDSMENGE AN GRANULOVIRUS GEGEN DEN APFELWICKLER</u>	3
3.1.1	<u>Material und Methoden</u>	3
3.1.2	<u>Ergebnisse</u>	6
3.1.3	<u>Diskussion</u>	8
3.2	<u>VERSUCHE ZUR TERMINIERUNG DER GV-BEHANDLUNGEN BEIM APFELWICKLER</u>	10
3.2.1	<u>Material und Methoden</u>	10
3.2.2	<u>Ergebnisse</u>	14
3.2.3	<u>Diskussion</u>	19
3.3	<u>ERSTE ANSÄTZE ZUR ERARBEITUNG VON STRATEGIEN AUF EINEM BETRIEB MIT EINER APFELWICKLERPOPULATION, DIE GEGENÜBER GV MINDEREMPFLINDLICH IST</u>	21
3.3.1	<u>Material und Methoden</u>	21
3.3.2	<u>Ergebnisse</u>	24
3.3.3	<u>Diskussion</u>	28
	B Erarbeitung von Strategien zum Einsatz des Schalenwicklergranulovirus	30
3.4	<u>VERGLEICH DER DIAGNOSEMETHODEN</u>	30
3.5	<u>VERGLEICH FRÜHJAHR-, SOMMER- UND HERBSTANWENDUNG</u>	31
3.5.1	<u>Methoden</u>	31
3.5.2	<u>Ergebnisse</u>	32
3.6	<u>VERGLEICH FRÜHJAHRANWENDUNG ZU ANWENDUNG IM FRÜHJAHR MIT UND OHNE ZUSATZBEHANDLUNG MIT 1/10 AUFWANDSMENGE IM SOMMER</u>	34
3.6.1	<u>Methoden</u>	34
3.6.2	<u>Ergebnisse</u>	35
3.7	<u>VERGLEICH VON ANLAGEN, DIE SCHON LÄNGER MIT CAPEX BEHANDELT WERDEN, MIT ANLAGEN, WO CAPEX ZUM ERSTEN MAL EINGESETZT WIRD, BEI RELATIV NIEDRIGEN AUFWANDSMENGEN</u>	37
3.8	<u>UNTERSUCHUNG VON LARVEN, SOWIE VON BLATTMATERIAL UND ASTPROBEN AUS EINER LANGJÄHRIG MIT CAPEX BEHANDELTEN ANLAGE</u>	37
3.9	<u>DISKUSSION</u>	38
3.10	<u>ZITIERTER LITERATUR</u>	39
4	<u>SCHLUßFOLGERUNGEN</u>	40
5	<u>ZUSAMMENFASSUNG</u>	41
6	<u>ABSTRACT</u>	42
	ANHANG: Ausführliche Tabellen zu 3.2.2	A1

1 Aufgabenstellung

Das Projekt befaßte sich mit der Optimierung der Anwendung von Granuloviren beim Apfelwickler und beim Fruchtschalenwickler hinsichtlich der optimalen Einsatztermine und der optimalen Aufwandmengen. Dadurch sollte bei guter Wirkung ein möglichst kostengünstiger Einsatz erreicht werden.

Im ersten Projektteil sollten Strategien zur Anwendung des **Schalenwicklergranulovirus** optimiert werden.

CAPEX 2 scheint für eine längerfristige Strategie der Populationsunterdrückung sehr geeignet. Bereits seit einigen Jahren werden von wenigen Betrieben bei Frühlings-spritzungen recht erfolgreich reduzierte Mengen von CAPEX eingesetzt. Daher sollte geklärt werden, ob sich bei langfristiger Anwendung ein Viruspotential in der Anlage aufbaut, welches mittelfristig eine Reduktion der Aufwandmenge erlaubt, d.h. man müsste zum Aufbau einer lethalen Epidemie nur noch geringe Mengen zuführen und könnte damit die erforderlichen Mittelmengen auch der Viruspräparate entsprechend reduzieren. Damit könnte das allgemeine Ziel der MaBo, die Aufwandmengen aller eingesetzten Pflanzenschutzmittel zu minimieren, auch bei biologischen Produkten überprüft und umgesetzt werden.

Anhand einer Fachtagung in Hohenheim im Jahr 2000 wurde diskutiert, das Virus nicht nur im Frühjahr sondern auch im Sommer, unter Umständen sogar noch einmal im Herbst, d.h. auf die überwinternde Generation vor Eintritt in die Überwinterung einzusetzen. Hier fehlten Vergleichsuntersuchungen, inwiefern das Splitting der Virusmenge auf Frühjahr, Sommer und Herbst sinnvoll ist, anstatt die gesamte Virusmenge im Frühjahr einzusetzen. Daher sollte dies abgeklärt und eine entsprechende Strategieempfehlung erarbeitet werden.

Im zweiten Projektteil lag der Schwerpunkt auf der Erarbeitung von Strategien zum optimalen und kostengünstigen Einsatz des **Apfelwicklergranulovirus** in Anlagen ohne Verwirrungsmethode.

In Kombination mit der Verwirrungsmethode wird das Apfelwicklergranulovirus mit geringen Aufwandmengen zur Reduzierung der Population eingesetzt. Zunehmend zeigen jedoch auch Praktiker, die der MaBo angeschlossen sind und keine Verwirrungsmethode einsetzen können oder wollen, Interesse am Einsatz des Apfelwicklergranulovirus.

Um in diesen Fällen mittelfristig auf einen Einsatz von synthetischen Insektiziden verzichten zu können, sind zwei Gesichtspunkte zu berücksichtigen: Als erstes muss auch hier die Population durch längerfristigen konsequenten Einsatz von Granuloviren reduziert werden. In für die Verwirrungsmethode ungünstigen Anlagen wird jedoch trotzdem in den meisten Fällen ein effizienter Schutz der Frucht gewährleistet werden müssen. Dieser ist aber nur mit höheren Aufwandmengen von Granulovirus zu erreichen. Häufige Anwendungen höherer Aufwandmengen sind jedoch sehr kostenintensiv. Daher ist ein solches Verfahren nur dann in der Praxis des integrierten Anbaus realisierbar wenn – als zweiter Gesichtspunkt – der Schutz der Frucht mit relativ wenigen Behandlungen mit höheren Aufwandmengen möglich ist. Zu welchen Terminen diese höheren Aufwandmengen tatsächlich erforderlich sind und ob eine optimale Terminierung zusätzliche Erfolge bringt, sollte hier abgeklärt werden. Daraus sollte eine Strategieempfehlung für den Einsatz von Granulovirus in Betrieben, die ohne Verwirrungsmethode arbeiten müssen, erfolgen.

2 Planung und Ablauf der Arbeiten

Im ersten Projektjahr wurden die Arbeiten wie geplant durchgeführt. Bei der Auswertung traten jedoch hinsichtlich der Diagnose der virusinfizierten Larven zahlreiche Fragen auf, deren Klärung sich sehr langwierig gestaltete. Bevor die Larven aus den Versuchen im Jahr 2003 analysiert wurden, sollte erst einmal eine geeignete Methodenkombination für eine sichere Diagnose der virusinfizierten Larven erarbeitet werden. Bis dies der Fall war und die Larven aus dem Jahr 2003 ausgewertet waren, war die Saison 2004 vergangen. Aufbauend auf diesen Ergebnissen waren weitere Versuche in der Saison 2005 geplant. Das Projekt wurde daher kostenneutral um ein Jahr verlängert.

Im Jahr 2005 konnten leider im gesamten Bodenseegebiet kaum Schalenwickler gefunden werden, so dass der Befall für die geplanten Untersuchungen nicht ausreichte. Trotzdem kann auf der Basis der Ergebnisse eine Strategieempfehlung abgegeben werden.

Im Jahr 2005 ergab sich durch die Ergebnisse zur Minderempfindlichkeit einiger Apfelwicklerpopulationen im Projekt UM 022/1 im Jahr 2004 eine neue Fragestellung zu Aufwandmengen und Terminierung von Granuloviren in betroffenen Anlagen. Zu dieser Fragestellung wurden daher im Jahr 2005 ebenfalls Untersuchungen durchgeführt. Beim Apfelwickler erfolgten im ersten und zweiten Projektjahr wie geplant die Versuche zu den Aufwandmengen des Granulovirus. Die Terminversuche zum Beginn der jeweiligen Schlupfperioden konnten erst 2004 begonnen werden, da das Jahr 2003 witterungsbedingt nur eine einzige langanhaltende Schlupfperiode aufwies, so dass diese Versuche nicht durchführbar waren. Im Jahr 2005 wurden sie abgeschlossen.

3 Ergebnisse

A Erarbeitung von Strategien zum Einsatz des Apfelwicklergranulovirus

3.1 Versuche zur notwendigen Aufwandmenge an Granulovirus gegen den Apfelwickler

Im ersten Projektjahr stand die Frage im Vordergrund, wann die Applikationen mit höheren Aufwandmengen wirklich notwendig sind und wann sie verzichtbar gewesen wären. Dies war vor allem auch bei der ersten Generation von Bedeutung, da hier oft durchgängig 1/10 der vollen Aufwandmenge als ausreichend erachtet wurde.

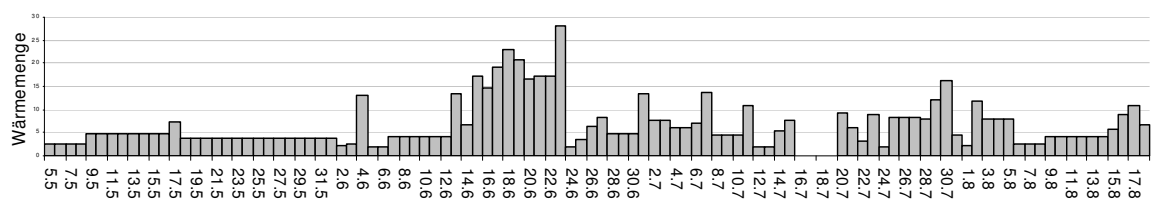
In die Untersuchung einbezogen wurden Anlagen mit niedrigem und hohem Befallsdruck, um entsprechend unterschiedliche Effekte herauszuarbeiten. In die Auswertung ging nicht nur der Fruchtschaden sondern auch der mittelfristige (1. Generation) und längerfristige (überwinternde Generation) Effekt auf die Folgepopulation und damit den Befallsdruck ein.

3.1.1 Material und Methoden

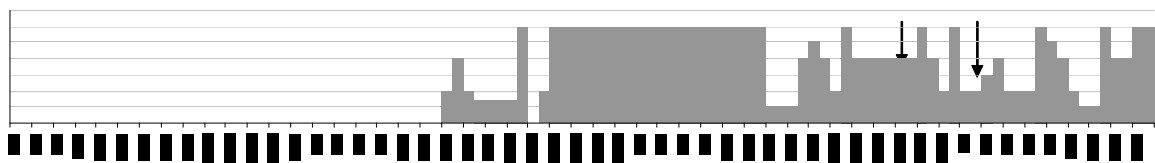
Die Bestimmung von Begattungs- und Eiablageperiode erfolgte mittels Berechnung von Abendaktivität über Strahlungsstärke und Wärmemenge (Gradstunden über 16°C). In den entsprechenden Grafiken ist die Wärmemenge dargestellt. Hohe Wärmemengen bedeuten günstige Bedingungen für die Begattung, die Eiablage erfolgte entsprechend wenige Zeit später.

In Abbildung 1 sind die wichtigsten Eiablage- und Schlupfperioden des Apfelwicklers sowie die Spritztermine am Standort Friedrichshafen dargestellt. Bedingungen für eine Eiablage waren zu Saisonbeginn erstmals am 15./16.5.02 gegeben. Günstige Bedingungen ergaben sich erst wieder am 4.6.02, dann aber folgte den ganzen Frühsommer über eine fast dreiwöchige Wärmeperiode mit durchgehend guten Begattungs- und Eiablagebedingungen. Dies ist für das Bodenseegebiet sehr untypisch. Für die zweite Generation gab es zwei wichtige Eiablageperioden. Dieser Verlauf entspricht in etwa den anderen Standorten.

Begattungs- und Eiablageperioden (Wärmemengen)



Schlupfperioden nach Berechnung



Spritzplan, Termine

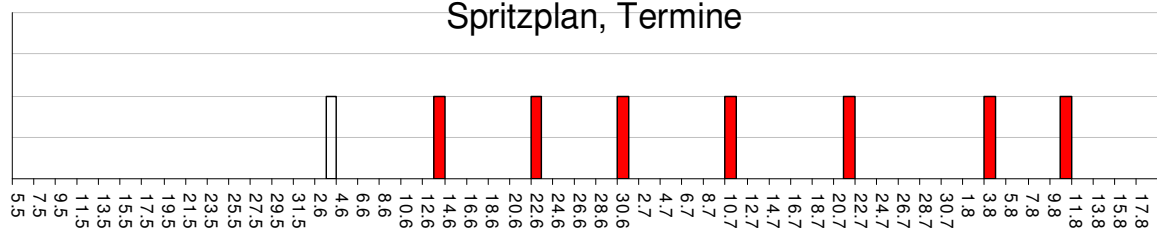


Abbildung 1: Berechnete Schwerpunkte der Eiablage (hohe Wärmemengen am Abend) und Schlupfperioden des Apfelwicklers am Standort Friedrichshafen im Jahr 2002

Am Standort Mühlhausen wurden hohe und niedrige Aufwandmengen von Granupom bei niedrigem Befallsdruck verglichen

Der Standort Hatt nau wies einen hohen Befallsdruck auf. Die erste Schlupfperiode lag hier deutlich nach der ersten Behandlung. An diesem Standort wurden zu Beginn der zweiten Generation keine Falter in der Falle gefangen, so dass die eigentlich aufgrund der Berechnung der Schlupfperioden notwendige Behandlung mit höherer Aufwandmenge Ende Juli unterblieb (nur 1/10 der Aufwandmenge ausgebracht) (Abb. 1).

Tabelle 1: Behandlungen mit Granupom im Jahr 2002 am Standort Mühlhausen in den beiden Varianten „Minimalstrategie“ und „Behandlung mit höheren Aufwandmengen“. Die Aufwandmengen sind jeweils als Teil der vollen Aufwandmenge („v.A.“) angegeben (Datumsangaben für den Gesamtbetrieb, Daten für die Versuchsanlage könnten evtl. leicht abweichen)

Datum	Minimalstrategie	mit höheren Aufwandmengen
3.6.	1/10 v.A.	1/2 v.A.
8.6.	1/10 v.A.	1/2 v.A.
15.6.	1/10 v.A.	1/10 v.A.
20.6.	1/10 v.A.	1/2 v.A.
27.6.	1/10 v.A.	1/2 v.A.
5.7.	1/10 v.A.	1/2 v.A.
23.7.	1/10 v.A.	1/10 v.A.
30.7.	1/10 v.A.	1/10 v.A.
8.8.	1/10 v.A.	1/2 v.A.
15.8.	1/10 v.A.	1/2 v.A.

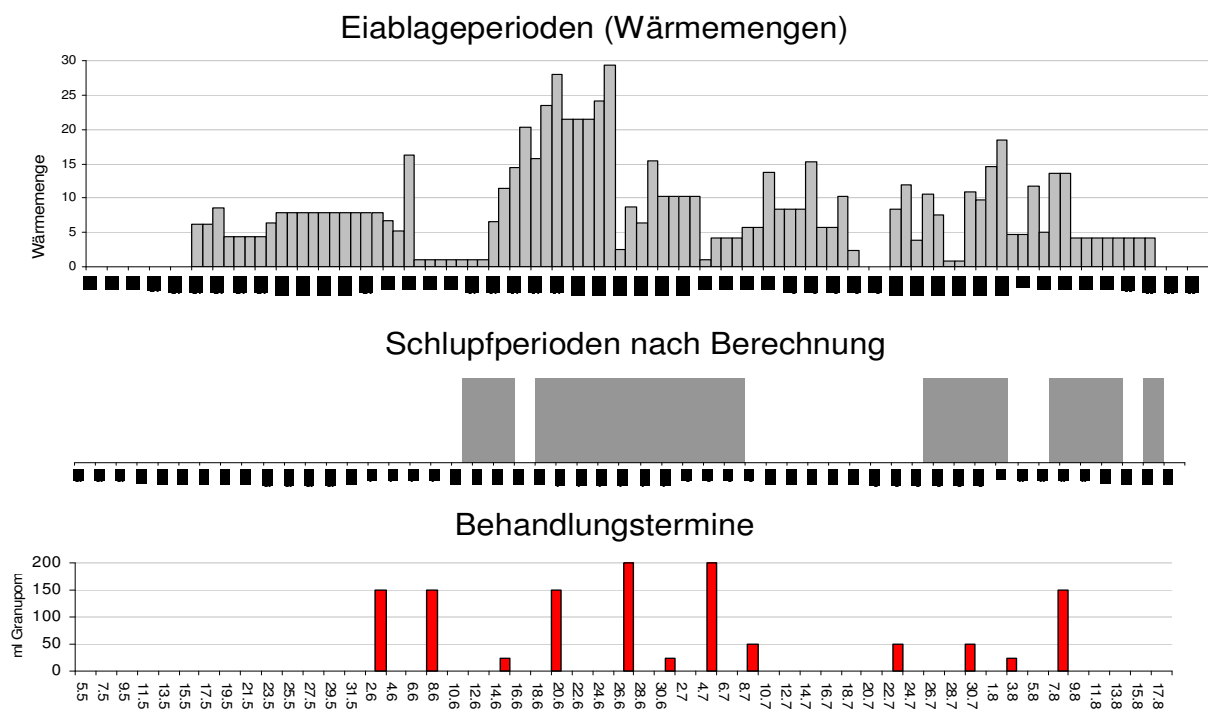


Abbildung 2: Berechnete Schwerpunkte der Eiablage (hohe Wärmemengen am Abend) und Schlupfperioden des Apfelwicklers am Standort Hatt nau im Jahr 2002

Die Vergleiche der Strategien wurden jeweils in einem Teil einer Anlage durchgeführt. So konnte der Betriebsleiter die eine Hälfte der Anlage mit der niedrigen Aufwandmenge behandeln und dann erst für den Rest der Anlage die hohe Aufwandmenge zugeben. Die Auswertung 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. Außer dem Befall durch Apfelwickler wurden auch Einbohrungen anderer Wicklerarten (Kleiner Fruchtwickler, Bodenseewickler) erfasst um etwaige Unterschiede zwischen den Strategien aufgrund von Fehldiagnosen in diesem Bereich auszuschließen. Da es hier keine Unterschiede zwischen den Vorgehensweisen gab, sind die Ergebnisse auch nicht dargestellt.

Der Effekt der Behandlungen auf die Folgegeneration wurde durch das Anbringen von Wellpapperingen um die Baumstämme erfasst. Pro Variante wurden etwa 100 Wellpapperinge angebracht.

Die erste Anbringung erfolgte am 4./5.7.02. Dies war für die Larven der ersten Schlupfperiode (Eiablage Mitte Mai) etwas zu spät, so dass hier nur aufgrund der Früchte mit offensichtlich bereits ausgebohrten Larven Aussagen gemacht werden können. Aufgrund der Empfehlungen zum Einsatz von Granupom war davon ausgegangen worden, dass bei einem so frühen Termin bei der niedrigen Aufwandmenge eventuell abgestoppter Befall entstehen könnte, ein Überleben der Larven jedoch weitgehend auszuschließen sei.

Die erste Fruchtbonitur zeigte allerdings ein anderes Ergebnis. Eine endgültige Aussage über das tatsächliche Überleben der bereits ausgebohrten Larven aus der ersten Fruchtbonitur ist daher nicht möglich.

Im weiteren Verlauf der Saison erfolgte die Kontrolle der Wellpapperinge vor dem Beginn des Falterfluges der ersten Generation im Juli und zu einem Zeitpunkt Anfang August, bei dem davon ausgegangen werden kann, dass keine weitere Verpuppung stattfindet. Die letzte Kontrolle erfolgte bei der Ernte. Die Larven wurden in das Institut für Biologischen Pflanzenschutz der BBA in Darmstadt verbracht. Dort erfolgte die Untersuchung auf Virusinfektion mittels mikroskopischer Diagnose.

3.1.2 Ergebnisse

Am Standort Mühlhausen mit niedrigem Befallsdruck zeigte sich bei der ersten Generation zwar ein gewisser Einfluss der Minimalstrategie durch leicht höheren abgestoppten Befall und einzelne noch aktive Larven, insgesamt war der Unterschied jedoch zu vernachlässigen. Da die wenigen aktiven Larven alle bereits deutlich in ihrer Vitalität beeinträchtigt waren, unterblieb im Sommer die Kontrolle der Wellpapperinge. Bei der zweiten Generation zeigte sich bei der Fruchtbonitur jedoch ein etwas anderes Bild, vor allem bei der Erntebonitur (Abb. 3). Hier zeigen sich doch gewisse Unterschiede im Fruchtschaden. Auch bei der Kontrolle der Wellpapperinge wies die mit niedriger Konzentration behandelte Parzelle eine etwas höhere Folgepopulation auf (Tab. 2).

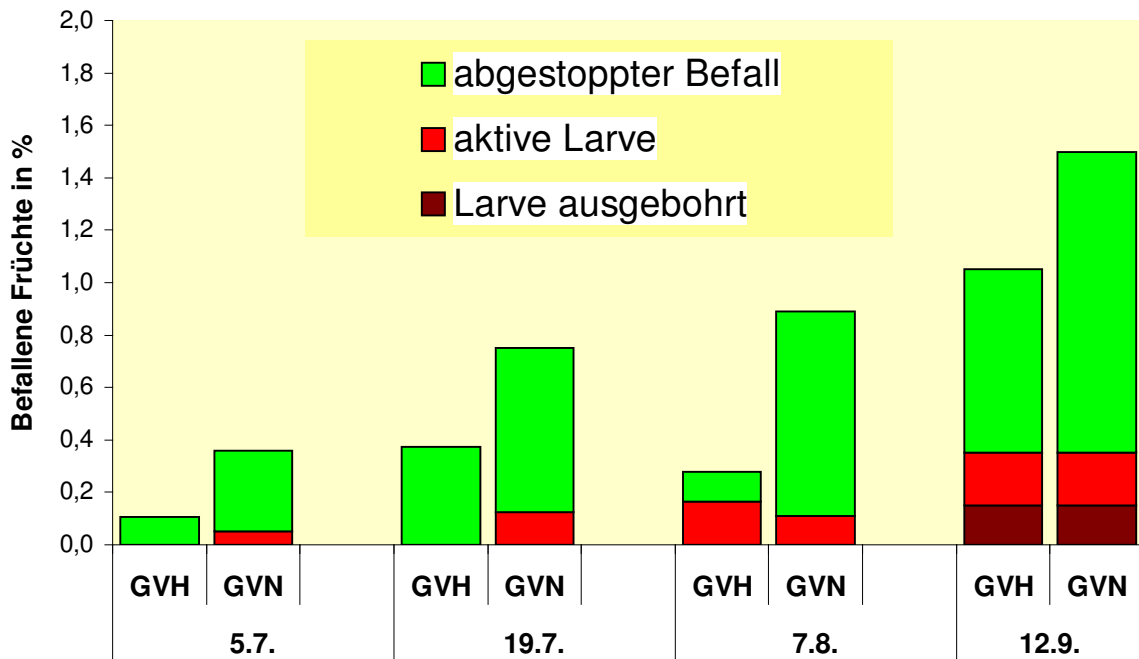


Abbildung 3: Befall durch Apfelwickler bei Minimalstrategie, d.h. ständig niedrigen Aufwandmengen, und bei zusätzlichem Einsatz von höheren Aufwandmengen zu den Haupt-Schlupfperioden am Standort Mühlhausen

Tabelle 2: Auswertung der Fänge in den Wellpapperingen am Standort Mühlhausen im Jahr 2002 am 9.10.2002

Variante	Larven pro Baum	Anzahl Ringe
Höhere Aufwandmengen	0,02	85
Minimalstrategie	0,07	86

In Hattgau erfolgte die Ausbringung der ersten beiden Spritzungen vor dem Schlupftermin der Larven aus der ersten Eiablageperiode. Trotzdem wurden bei der ersten Bonitur in der Minimalstrategie Früchte mit offensichtlich bereits ausgebohrten Larven gefunden. Auch bei der zweiten und dritten Bonitur war dies nur bei der Minimalstrategie der Fall. In der zweiten Generation wurden zwar in der Variante mit Applikation höherer Mengen verhältnismäßig weniger aktive Larven gefunden, der Gesamtbefall war jedoch höher (Abb. 4).

Bei der Auswertung der Wellpapperinge zeigte sich eine hohe Anzahl Larven in den Wellpapperingen, vor allem auch in der Variante mit hohen Ausbringungsmengen (Tabelle 3).

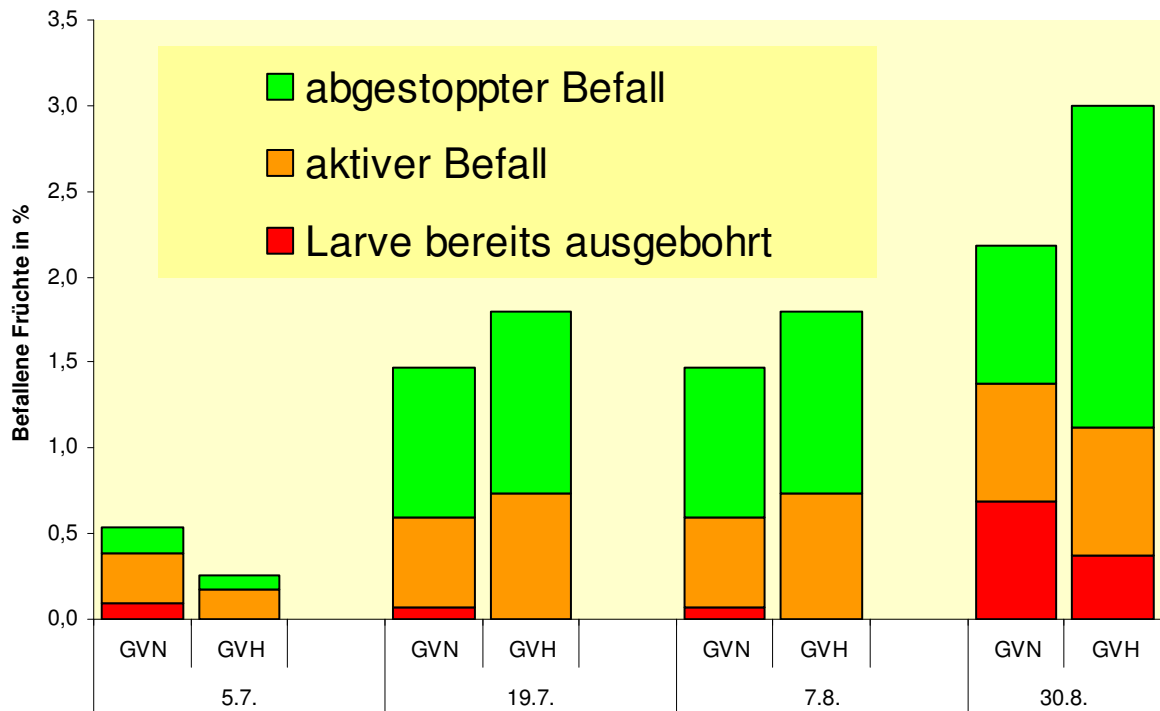


Abbildung 4: Befall durch Apfelwickler bei Minimalstrategie (GVN), d.h. ständig niedrigen Aufwandsmengen, und bei zusätzlichem Einsatz von höheren Aufwandsmengen zu den Haupt-Schlupfperioden (GVH) am Standort Hatt nau

Tabelle 3: Auswertung der Fänge in den Wellpapperringen am Standort Hatt nau im Jahr 2002

Datum	Variante	Larven	Puppen	Anzahl Ringe
19.7.	GVN	0,02	0	100
	GVH	0,04	0	100
7.8	GVN	0	0,03	100
	GVH	0	0	100
21.10.	GVN	0,25	-	90
	GVH	0,16	-	100

3.1.3 Diskussion

Die Notwendigkeit der höheren Aufwandsmengen in der ersten Generation zeigte sich eindrucksvoll gleich bei der ersten Behandlung. Obwohl am Standort Hatt nau vor dem tatsächlichen Schlupfbeginn bereits zwei Behandlungen ausgebracht worden waren und die zweite Behandlung wohl sehr kurz vor dem Schlupfbeginn lag, reichte die niedrige Aufwandsmenge nicht aus, um alle Larven vor dem Ausbohren zum Absterben zu bringen. Dies wurde so nicht erwartet, da allgemein davon ausgegangen wird, dass die ersten Eier des Apfelwicklers auf dem Blatt abgelegt werden, so dass die Larven einen weiten Weg

zur Frucht zurücklegen müssen und sich daher fast sicher auch bei niedrigen Aufwandmengen mit Granuloviren infizieren.

Da die Wellpapperinge etwas zu spät angebracht wurden, kann keine definitive Aussage erfolgen, ob die ausgebohrten Larven noch spät abgestorben sind oder sich tatsächlich zu Faltern der zweiten Generation entwickelt haben. Grundsätzlich gilt aber, dass diese allerersten Larven für die Populationsstärke der zweiten Generation von großer Bedeutung sind. Besonders im Bodenseegebiet, wo meist nur 1 ½ Generationen des Apfelwicklers auftreten, kann man beobachten, dass sich die allerersten Larven fast alle verpuppen während die Tiere aus späteren Schlupfperioden zu einem großen Teil als Diapauselarven überwintern und keine zweite Generation bilden. Daher ist die ausreichende Bekämpfung der Tiere aus der ersten großen Schlupfperiode der wichtigste Bestandteil aller Strategien auf der Basis der langfristigen Populationskontrolle. Die Ergebnisse, die sich mit Beobachtungen aus dem Projekt UM022/1 decken, zeigen deutlich, dass im Jahr 2002 bei starkem Befallsdruck die Minimalstrategie nicht ausreichte, um eine sichere Unterdrückung der Folgepopulation aus der allerersten Schlupfperiode zu erreichen. Bei niedrigem Befall (Standort Mühlhausen) zeigten sich jedoch keine relevanten Unterschiede beim Befall in der ersten Generation, so dass in einem solchen Fall eine Minimalstrategie durchaus angebracht erscheint.

Bei den Anlagen mit hohem Befallsdruck zeigt sich auch deutlich, dass die Notwendigkeit der höheren Applikationen in diesem Jahr nicht über die Fallenfänge in den Anlagen bestimmt werden konnte. Am Standort Friedrichshafen waren die Fangzahlen zu Saisonbeginn völlig irreführend. Am Standort Hattnau wurde zu Beginn der zweiten Generation nur eine geringe Aufwandmenge eingesetzt, da keine Falterflüge beobachtet worden waren. Trotzdem kam es zu starkem Befall, der durch die in beiden Varianten eingesetzte Minimalkonzentration nicht vollständig abgedeckt werden konnte (Bonitur am 7.8.).

Bei der Erntebonitur wies jedoch die Variante mit höherer Aufwandmenge einen etwas höheren Gesamtbefall auf, der aber zum größten Teil abgestoppt war. Dies ist wohl darauf zurückzuführen, dass die Variante 1 am nächsten zur Straße gelegen war und eine gewisse Konzentration der Population in diesem Bereich zu beobachten war. Dies könnte auch auf eine Einwanderung aus Anlagen gegenüber der Straße zurückzuführen sein. Die ersten beiden Reihen längs der Straße waren aus solchen Gründen in die Auswertung nicht einbezogen worden, offensichtlich reichte diese Vorsichtsmaßnahme jedoch nicht aus. Die Folgepopulation war in Hattnau aufgrund der reduzierten Behandlung zu Beginn der zweiten Generation in beiden Varianten relativ hoch. Es gab jedoch einen deutlichen Unterschied zwischen der halben Aufwandmenge und der Minimalvariante, was die Bedeutung der höheren Aufwandmenge auch für die Folgepopulation unterstreicht.

Die Bestimmung potentieller Eiablagetermine mittels Temperatursummen und die darauffolgende Berechnung der Schlupftermine hat sich gut und sicher bewährt

Bei niedrigem Befallsdruck ist in der ersten Generation eine Minimalstrategie durchaus möglich. Der Befall in der zweiten Generation war am Standort Mühlhausen vor allem im vorderen Teil der Anlage zu beobachten, wo eine Einwanderung aus benachbarten Streuobstanlagen potentiell möglich war. In solchen Situationen ist während der zweiten Generation von Minimalstrategien abzuraten. Langfristig kann sich sonst auch ein Befallsdruck in der Anlage aufbauen (Fänge aus den Wellpapperingen Mühlhausen).

3.2 Versuche zur Terminierung der GV-Behandlungen beim Apfelwickler

Aufbauend auf die Ergebnisse und Erfahrungen aus dem Projektjahr 2002 sollte in den Folgejahren eine weitere Fragestellung den Schwerpunkt der Arbeiten bilden: Es sollte geklärt werden, wie wichtig es wirklich ist, das Granulovirus genau zum Schlupfbeginn auszubringen. Einerseits wird ein rascher UV-Abbau des Präparates angenommen (HUBER & DICKLER, 1976), andererseits bedeutet eine „punktgenaue“ Spritzung für die Betriebe oft eine „Extrabehandlung“, da sie das Präparat nicht zu einer normalen Fungizidspritzung zugeben können sondern gesondert ausbringen müssen. Schliesslich sind alle Warnsysteme mit einem gewissen Restrisiko behaftet, so dass das Zuwarten auf den berechneten Schlupfbeginn auch ein gewisses Risiko beinhalten kann.

Aus diesem Grund sollte an mehreren Standorten zu Beginn einer größeren gut abgegrenzten Schlupfperiode einige Tage vor dem berechneten Schlupf, direkt zum Schlupf und zwei Tage nach dem Schlupf Granulovirus mit $\frac{1}{2}$ Aufwandmenge ausgebracht werden und der Effekt sowohl auf den Fruchtschaden als auch auf die Folgegeneration festgehalten werden. Diese Versuche konnten im Jahr 2003 aufgrund der Tatsache, dass es nur eine einzige, lang anhaltende Schlupfperiode gab, nicht durchgeführt werden und sollten nun 2004 erfolgen. Auch 2005 wurden während der ersten Schlupfperiode, für die diese Fragestellung von größter Bedeutung ist, nochmals auf drei Betrieben Versuche durchgeführt.

3.2.1 Material und Methoden

Diese Vergleichsversuche wurden von verschiedenen Betrieben durchgeführt. Für diese Fragestellung ist vor allem die erste Generation von Bedeutung, da hier Fruchtschäden meist nicht wesentlich ins Gewicht fallen, so dass die Reduktion der Population eindeutig im Vordergrund steht. Zu diesem Zeitpunkt sind aber nur sehr wenige Früchte befallen (meist unter 1%). Daher erfolgte der Versuch nur in Anlagen mit sehr hohem Ausgangsbefall. Außerdem wurde eine weitaus höhere Anzahl an Früchten ausgewertet als üblich, um eine aussagefähige Anzahl befallener Früchte zur Verfügung zu haben.

Es wurden nur große Anlagen ausgewählt. Quer zum Verlauf der Reihen wurde die Anlage in zwei oder drei Abschnitte eingeteilt, um das Abdriftproblem zu reduzieren. Jeder dieser Abschnitte entsprach einer Variante. Jeweils 10 Bäume pro Reihe dienten als Randbäume zwischen den einzelnen Varianten.

Je nach Grösse der Anlage wurde jeweils ein Abschnitt einige Tage vor dem Schlupfbeginn („zu früh“), genau passend („genau“) und einige Tage nachher („zu spät“) mit der halben Aufwandmenge an Madex 2 behandelt (25 ml/ha/m Kronenhöhe).

Die Bestimmung des genauen Schlupfzeitpunktes der Larven erfolgte durch Berechnung nach einem Temperatursummenmodell. Die Auswertung der Früchte erfolgte zu einem Zeitpunkt, bei dem davon auszugehen war, dass auch spät mit Viren infizierte Larven bereits abgestorben wären.

Es wurden einige Reihen ausgewählt und mit Wellpapperingen (100 Ringe/Variante) versehen, um die Apfelwicklerlarven abzufangen. Diese Reihen wurden bei der Fruchtbonitur ausgenommen, um das Ergebnis nicht zu beeinflussen. In den anderen Reihen erfolgte die Auswertung der Früchte, wobei pro Abschnitt jeweils gleichviele Früchte von der gleichen Person bonitiert wurden.

Die Kontrolle der Wellpapperinge erfolgte zu einem Zeitpunkt, bei dem alle Larven der ausgewerteten Schlupfperiode bereits ausgebohrt waren und die Larven der nächsten Schlupfperiode sich noch in der Frucht befanden. Hieraus ergab sich ein sehr enges Zeitfenster. In Abbildung 5 sind die Schlupfperioden im Jahr 2004 und die entsprechenden Versuche dargestellt.

Wichtigste Begattungsperioden des Apfelwicklers (Wärmemengen)

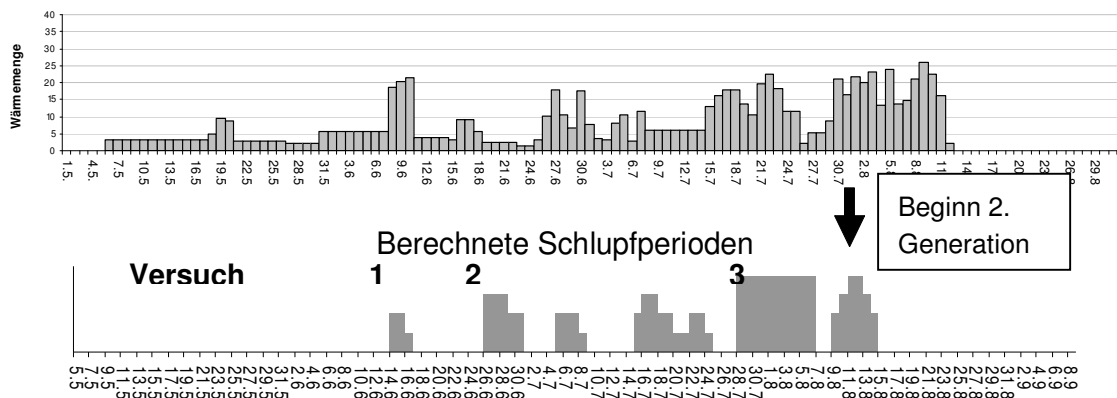


Abbildung 5: Wichtigste Begattungsperioden (dargestellt durch die Wärmemengen der Abendtemperaturen berechnet für 3 Std. ab 40 W Lichtintensität) und daraus berechnete Schlupfperioden (nach TRILOFF) im Jahr 2004 am Standort Kippenhausen (nur ungefähr vergleichbar den Versuchsstandorten, Daten leicht unterschiedlich). Der Zeitpunkt der jeweiligen Versuche (s. anschließende Beschreibung) ist mit 1,2 und 3 markiert.

3.2.1.1 Versuche zur ersten Schlupfperiode des Jahres 2004

Die erste Schlupfperiode begann im Jahr 2004 Anfang Juni. Da zu diesem Termin nur wenige Früchte befallen werden, konnte der Versuch nur in Anlagen mit starkem Befallsdruck und sehr großer Fläche durchgeführt werden. Zwei Betriebe hatten dafür geeignete Anlagen.

Am Standort Ludwigshafen handelte es sich um eine sehr langgestreckte Anlage von ca. 2 ha mit der Sorte Jonagold. In vier Reihen wurden jeweils Wellpappestreifen angebracht, in den restlichen zwölf Reihen (ohne Außenreihen) erfolgte die Auswertung der Früchte. Behandelt wurde am 7.6.04 der vordere Teil („ZU FRÜH“), am 11.6.04 der mittlere („GENAU“) und am 17.6.04 der hintere Teil der Anlage („ZU SPÄT“). Zwischen „ZU FRÜH“ und „GENAU“ lagen also drei Tage mit relativ starker Sonnenstrahlung (Abbildung 6). Vorher war kein Granulovirus ausgebracht worden.

Der Beginn des Larvenschlupfes wurde für ca. 13./14.6. erwartet.

Die Bonitur und das Anlegen der Wellpappinge erfolgten am 21.6.04, die Wellpappinge wurden am 6.7.04 wieder abgenommen.

Am Standort Fischbach handelte es sich ebenfalls um eine sehr langgestreckte Anlage, allerdings waren dort mehrere Sorten vertreten.

Die vordere Hälfte der Anlage ist mit den Sorten Gala und Elstar bepflanzt, die hintere mit Cox Orange. Um die Anlage eines Versuchs mit drei Varianten zu ermöglichen, wurde die mittlere Variante sowohl in der vorderen als auch in der hinteren Hälfte angelegt. Dies ermöglicht einen Vergleich der Varianten „ZU FRÜH“ und „ZU SPÄT“ jeweils mit der Variante „GENAU“, wenn auch ein Vergleich dieser beiden untereinander nicht möglich ist. Aufgrund des unregelmäßigen Verlaufs der Anlage konnte bei der Sorte Cox Orange nicht die gleiche Anzahl Früchte ausgewertet werden wie bei Elstar und Gala.

Auch hier wurde der Termin des Beginns des Larvenschlupfes ungefähr auf den 13.6.05 berechnet. Die erste Behandlung erfolgte im vorderen Teil am 7.6.04 („ZU FRÜH“), die zweite im mittleren Teil bereits am 9.6.04 („GENAU“), da der Schlupf erst früher erwartet wurde und sich dann aufgrund unerwartet kühler Witterung länger hinzog. Zwischen den beiden Varianten lagen also zwei Tage mit relativ starker Sonneneinstrahlung (Abbildung 6). Die „späte“ Variante wurde am 17.6.04 gespritzt. Vor Versuchsbeginn erfolgte keine Applikationen von Granuloviruspräparaten.

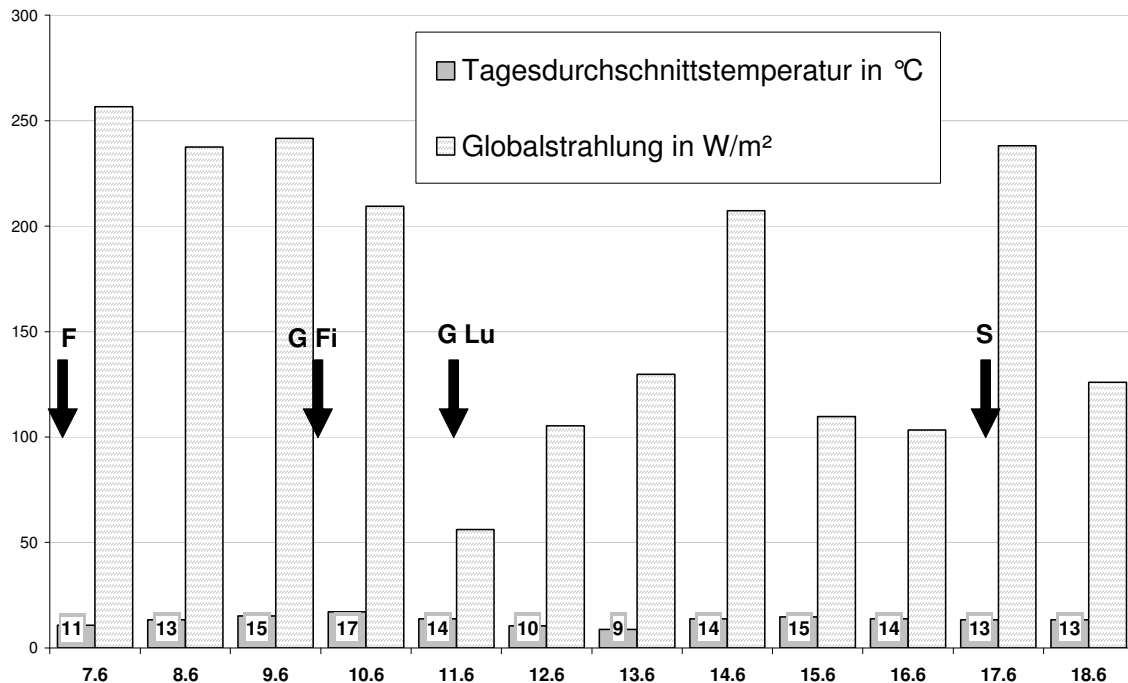


Abbildung 6: Globalstrahlung und mittlere Tagestemperatur in Friedrichshafen während der ersten Versuchsperiode: F = Termin zu frühe Behandlung, G = Termin genaue Behandlung, S = Termin zu späte Behandlung (Fi = Standort Fischbach, Lu = Standort Ludwigshafen).

Die Auswertung der Früchte erfolgte am 21.6.04. Die Wellpapperinge wurden am 30.6.04 angelegt und am 7.6.04 wieder abgenommen.

3.2.1.2 Versuche zur zweiten Schlupfperiode des Jahres 2004

Bei der zweiten Schlupfperiode in der letzten Junidekade war mit einem starken Larvenschlupf zu rechnen. Daher wurden Versuche an drei Standorten angelegt. Zwei der Betriebe konnten aufgrund der Größe der Anlage nur zwei Varianten durchführen. Die Praxis steht meist vor der Frage „zu früh“ oder „zu spät“ zu behandeln, wenn sie das Granulovirus mit den Fungizidspritzungen ausbringen will. Daher entschieden sich die Betriebe für den Vergleich dieser beiden Varianten.

Im dritten Betrieb wurden drei Varianten geprüft. Es trat jedoch kaum Befall auf, so dass die Ergebnisse hier nicht dargestellt werden.

Am Standort Kluffern wurde der Teil „ZU FRÜH“ am 19.6.04 behandelt, während der Teil „ZU SPÄT“ am 23.6.04 gespritzt wurde. Der Schlupfbeginn wurde für den 21.6.04 prognostiziert. Zwischen Schlupftermin und früher Behandlung lag also ein stark sonniger Tag (Abbildung 7). Zuvor waren am 9.6.04 10 ml/ha/mKh Madex ausgebracht worden.

Die Folgebehandlung fand am 1.7.04 statt, direkt nach der Auswertung der Früchte und dem Anlegen der Wellpapperringe. Die Wellpapperringe wurden am 16.7.04 wieder abgenommen.

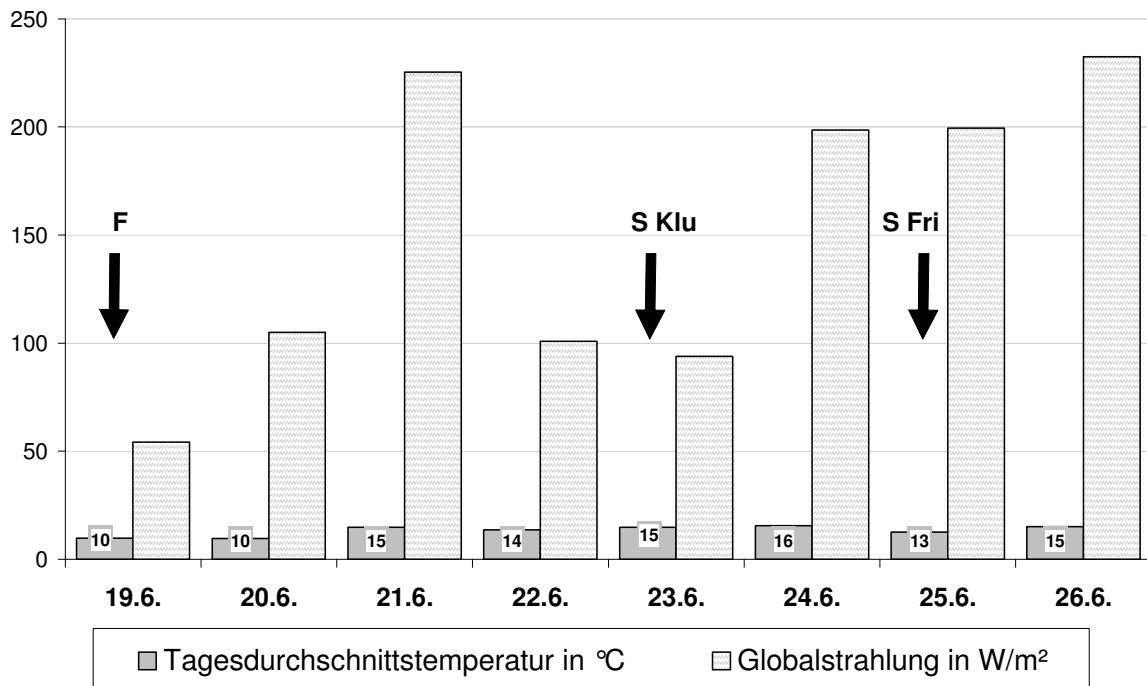


Abbildung 7: Globalstrahlung und mittlere Tagestemperatur in Friedrichshafen während der zweiten Versuchsperiode: F = Termin zu frühe Behandlung, S = Termin zu späte Behandlung (Klu = Standort Kluffern, Fri = Standort Friedrichshafen-Schnetzehausen).

Am Standort Schnetzehausen erfolgte die Spritzung „ZU FRÜH“ ebenfalls am 19.6.04, also etwa 2-3 Tage vor Schlupfbeginn. Während der Behandlung begann es jedoch stark zu regnen, bevor der Belag antrocknen konnte, so dass die Spritzung unmittelbar nach Ende des Gewitterschauers und Abtrocknen der Blätter wiederholt wurde. Der späte Termin lag an diesem Standort am 25.6.04.

Vor Beginn des Versuches war die ganze Anlage am 9.6.04 mit 25 ml/ha/mKh Madex behandelt worden, um die erste Schlupfperiode abzudecken.

Die Auswertung der Früchte erfolgte am 6.7.04 gleichzeitig mit dem Anbringen der Wellpapperringe. Die Ringe wurden am 15.7.04 nach Abwanderung der Larven kontrolliert.

3.2.1.3 Versuche zur dritten großen Schlupfperiode des Jahres 2004

Die letzte große Schlupfperiode der ersten Generation begann Ende Juli 2004. Hier wurde der Versuch mit allen drei Varianten noch einmal von einem Betrieb in Unterteuringen durchgeführt, bei dem in einer älteren Jonagold-Anlage starker Befallsdruck festgestellt worden war.

Behandelt wurde am 22.7., 26.7. und 29.7.04. Die Bonitur der Früchte erfolgte am 3.8.04 gleichzeitig mit dem Anbringen der Wellpapperringe. Die Ringe wurden am 26.8.04 wieder abgenommen. Für diesen Standort wurde mit einem Schlupfbeginn um den 27.7.04 gerechnet. Zwischen 22.7. und 26.7. liegen zwei Tage mit starker Sonneneinstrahlung (Abb. 8). Vor dem Versuch wurde die Anlage regelmässig mit Madex behandelt, zuletzt Anfang Juli mit halber Aufwandmenge.

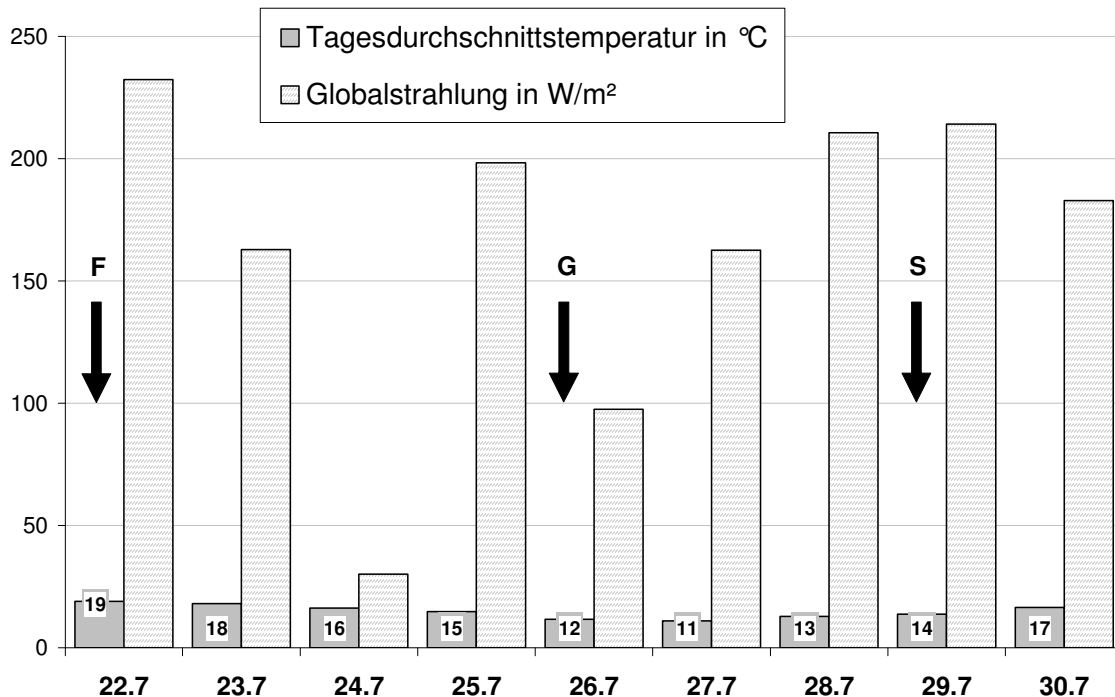


Abbildung 8: Globalstrahlung und mittlere Tagestemperatur in Friedrichshafen während der dritten Versuchsperiode: F = Termin zu frühe Behandlung, G- Termin genaue Behandlung, S = Termin zu späte Behandlung.

3.2.1.4 Versuche zur ersten großen Schlupfperiode des Jahres 2005

Im Jahr 2005 wurden die Versuche zur ersten großen Schlupfperiode, wo die Fragestellung dieser Versuche am wichtigsten ist, an drei Standorten wiederholt. Am ersten Standort (Überlingen) wurde eine ca. 2 ha große Junganlage quer zu den Reihen in drei Parzellen aufgeteilt, die jeweils unterschiedlich behandelt wurden. Am zweiten Standort (Ailingen) wurde eine Längseinteilung vorgenommen, wobei jeweils 7 Reihen behandelt wurden, von denen drei mittleren ausgewertet wurden. Am dritten Standort (Friedrichshafen) erfolgte ebenfalls eine Längseinteilung, von den sechs Reihen wurden die drei mittleren ausgewertet.

Behandelt wurde am 7.6.05 (zu früh), am 10.6.05 (genau) und am 16.6.05 (zu spät).

Die Bonitur erfolgte am 22.6.05. Hierbei wurden die befallenen Früchte mit lebenden Larven ins Labor verbracht und dort in Einzeldosen bis zum Ausbohren der Larven aufbewahrt. Daher ist bei den Ergebnissen noch die Anzahl der tatsächlich überlebenden Larven angegeben.

3.2.2 Ergebnisse

Die Ergebnisse aus dem Jahr 2004 sind hier zusammengefasst dargestellt. In Anhang A sind detaillierte Tabellen, in denen die Verteilung des Befalls in den einzelnen Reihen ersichtlich ist, dargestellt.

3.2.2.1 Versuche zur ersten Schlupfperiode des Jahres 2004

Die Bonitur erfolgte zu einem Zeitpunkt, wo bereits die Larven der nächsten Schlupfperiode mit dem Schlupf begonnen hatten. Für das Versuchsergebnis relevant ist aber nur der ältere abgestoppte Befall und die Anzahl der Larven, die ca. 1 Woche oder älter waren.

Die anderen Daten sind der Vollständigkeit halber angegeben, aber kursiv gedruckt (Tabelle 4). Insgesamt gab es kaum Unterschiede zwischen den einzelnen Behandlungen. In der Variante „ZU FRÜH“ gab es keine lebenden Larven und nur 9 Früchte mit flach abgestopptem Befall. In der Variante „GENAU“ dagegen überlebten 2 Larven ebenso wie in der Variante „ZU SPÄT“. Die Anzahl der abgestoppten Früchte war bei der genauen Spritzung etwas erhöht (13) gegenüber 9 Früchten in der späten Parzelle. Bei der Auswertung der Wellpapperinge wurde in der Variante „GENAU“ eine Larve gefunden.

Tabelle 4: Anzahl der ausgewerteten und befallenen Früchte in den verschiedenen Varianten am Standort Ludwigshafen

VARIANTE	Anzahl Früchte	älterer Befall, abgestoppt			<i>frischer Befall, abgestoppt</i>			lebende Larven		
		sehr tief	tief	flach	<i>sehr tief</i>	<i>tief</i>	<i>flach</i>	<i>frisch eingebohrt</i>	ca. 1 Woche	ca. 10 Tage
"ZU FRÜH"	7913	0	0	9	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>7</i>	3	0	0
In %		0	0,00	0,11	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,09</i>	<i>0,04</i>	0	0
"GENAU"	7913	1	5	7	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>3</i>	2	1	1
In %		0,0126	0,06	0,09	<i>0,00</i>	<i>0,01</i>	<i>0,04</i>	<i>0,03</i>	0,013	0,013
"ZU SPÄT"	7913	0	0	9	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>5</i>	0	2	0
In %		0	0,00	0,11	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,06</i>	0,00	0,0253	0

Am Standort Fischbach zeigte sich dasselbe Bild: Es gab kaum Unterschiede zwischen den Varianten „GENAU“ und „ZU FRÜH“ (Tab. 5). Bei der „genauen“ Spritzung wurden jedoch im Gegensatz zur „frühen“ Behandlung 2 Larven gefunden.

Beim Vergleich zwischen „GENAU“ und „ZU SPÄT“ wurden jeweils 2 Larven entdeckt. Unterschiede gab es jedoch beim abgestoppten Befall, wo die spät behandelte Parzelle einen höheren Anteil an sehr tief, d.h. sehr spät (kurz vor dem Kernhaus) abgestopptem Befall aufwies (Tab. 6).

Bei der Auswertung der Wellpapperinge wurden in keiner Variante Larven gefunden.

Tabelle 5: Anzahl der ausgewerteten und befallenen Früchte in den verschiedenen Varianten am Standort Fischbach – Vergleich „GENAU“ und „ZU FRÜH“ an den Sorten Elstar und Gala

VARIANTE	Anzahl Früchte	älterer Befall, abgestoppt			frischer Befall, abgestoppt			lebende Larven		
		sehr tief	tief	flach	sehr tief	tief	flach	frisch eingebohrt	Ca. 1 Woche	ca. 10 Tage
"ZU FRÜH"	5600	0	8	0	0	8	0	1	0	0
In %		0	0,14	0,00	0,00	0,14	0,00	0,02	0	0
"GENAU"	2800	0	0	5	0	0	1	1	1	0
In %		0	0	0,18	0,00	0,00	0,04	0,04	0,04	0

Tabelle 6: Anzahl der ausgewerteten und befallenen Früchte in den verschiedenen Varianten am Standort Fischbach – Vergleich „GENAU“ und „ZU SPÄT“ an der Sorte Cox Orange

VARIANTE	Anzahl Früchte	älterer Befall, abgestoppt			frischer Befall, abgestoppt			lebende Larven		
		sehr tief	tief	flach	sehr tief	tief	flach	frisch eingebohrt	ca. 1 Woche	ca. 10 Tage
"ZU SPÄT"	2150	6	9	6	0	0	0	0	1	0
In %		0,28	0,42	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00
"GENAU"	1150	0	4	1	0	0	0	0	0	1
In %		0	0,35	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05

3.2.2.2 Versuche zur zweiten Schlupfperiode des Jahres 2004

Am Standort Schnetzenhausen zeigte sich ein deutlicher Unterschied zwischen den Varianten bei den lebenden Larven, die ca. 10 Tage alt waren und zu der entsprechenden Schlupfperiode gehören. Auch der frisch abgestoppte Befall, der für diesen Versuch relevant ist, war in der spät behandelten Variante höher und vor allem auch „tiefer“, d.h. später abgestoppt (Tabelle 7). Bei der Auswertung der Wellpapperinge wurden jedoch in der zu früh behandelten Parzelle 5 Larven gefunden, in der zu spät behandelten nur 3 Larven.

Tabelle 7: Anzahl der ausgewerteten und befallenen Früchte in den verschiedenen Varianten am Standort Schnetzenhausen

VARIANTE	Anzahl Früchte	älterer Befall, abgestoppt			frischer Befall, abgestoppt			lebende Larven		
		sehr tief	tief	flach	sehr tief	tief	flach	frisch eingebohrt	Ca. 10 Tage	Ca 2 Wochen
"ZU FRÜH"	3975	2	3	3	1	1	0	0	4	3
In %		0,05	0,08	0,08	0,03	0,03	0,00	0,00	0,10	0,08
"ZU SPÄT"	3830	1	3	2	1	5	0	0	14	11
In %		0,03	0,08	0,05	0,03	0,13	0,00	0,00	0,37	0,29

Tabelle 8: Anzahl der ausgewerteten und befallenen Früchte in den verschiedenen Varianten am Standort Kluffern

VARIANTE	Anzahl Früchte	älterer Befall, abgestoppt			frischer Befall, abgestoppt			lebende Larven		
		sehr tief	tief	flach	sehr tief	tief	flach	frisch eingebohrt	Ca. 1 Woche	ca. 10 Tage
"ZU FRÜH"	7850	0	4	0	1	8	0	2	0	0
In %		0,00	0,05	0,00	0,01	0,10	0,00	0,03	0,00	0,00
"ZU SPÄT"	7850	0	7	0	0	3	1	0	1	
In %		0,00	0,09	0,00	0,00	0,04	0,01	0,00	0,03	

Am Standort Kluffern zeigten sich keine wirklich relevanten Unterschiede zwischen den Varianten. Die zu früh behandelte Variante wies jedoch etwas mehr frisch abgestoppten Befall und vor allem zwei frisch geschlüpfte Larven auf. In der zu spät behandelten Variante wurden dagegen zwei ca. 1 Woche alte Larven gefunden (Tabelle 8).

3.2.2.3 Versuch zur dritten großen Schlupfperiode des Jahres 2004

Beim frisch abgestoppten Befall, d.h. beim um diese Jahreszeit relevanten Fruchtschaden, konnten keine Unterschiede festgestellt werden. Auch bei den lebenden Larven sind die Varianten sehr ähnlich.

Die noch nicht im Kern angekommenen Larven, die zur relevanten Schlupfperiode gehören müssten, waren in der vorderen Parzelle mit früher Behandlung allerdings etwas zahlreicher (Tabelle 9)..

Tabelle 9: Anzahl der ausgewerteten und befallenen Früchte in den verschiedenen Varianten am Standort Unterteuringen

VARIANTE	Reihe	Anzahl Früchte	frischer Befall, abgestoppt			lebende Larven		
			sehr tief	tief	GESAMT	frisch eingebohrt	noch nicht im Kern	im Kern angekommen
"ZU FRÜH"		2500	0	15	15	2	4	2
In %			0,00	0,6	0,6	0,04	0,08	0,04
"GENAU"		2500	2	15	17		2	2
In %			0,04	0,6	0,68	0,00	0,04	0,04
"ZU SPÄT"		2500	2	14	16	2	0	4
In %			0,04	0,56	0,64	0,04	0,00	0,08

3.2.2.4 Versuch zur ersten großen Schlupfperiode des Jahres 2005

Am Standort Überlingen handelte es sich um eine noch junge Anlage. Daher konnten verhältnismäßig wenige Früchte ausgewertet werden. Relevant ist der ältere Befall und die eingebohrten Larven, die noch nicht im Kern sind. Der frische Befall stammt bereits von der nächsten Schlupfperiode und ist daher kursiv gedruckt (Tabelle 10). In der zu früh behandelten Parzelle lag eine Reihe am Rand direkt neben einer Streuobstwiese. Hier fand sich eine Stelle mit sehr starkem Befall, was sich in der Bonitur widerspiegelt. Ansonsten war diese Parzelle kaum befallen (1 Larve).

Nur in dieser Parzelle gab es auch überlebende Larven. In der zu spät behandelten Variante waren abgestoppten Einbohrungen zwar tiefer, es gab jedoch keine überlebenden Larven.

Tabelle 10: Anzahl der ausgewerteten und befallenen Früchte in den verschiedenen Varianten am Standort Überlingen

VARIANTE	Anzahl Früchte	<i>frischer Befall, abgestoppt</i>		älterer Befall, abgestoppt			lebende Larven		überlebende Larven im Labor
		<i>sehr tief</i>	<i>tief</i>	sehr tief	tief	GE-SAMT	<i>frisch eingebohrt</i>	noch nicht im Kern	
"ZU FRÜH"	3130	4	4	2		2	2	12	5
	In %	0,13	0,13	0,06	0,00	0,06	0,06	0,38	0,16
"GENAU"	3130				2	2	1	3	0
	In %	0,00	0,00	0,00	0,06	0,06	0,03	0,10	0,00
"ZU SPÄT"	3130			1	3			2	0
	In %	0,00	0,00	0,03	0,10	0,00	0,00	0,06	0,00

Tabelle 11: Anzahl der ausgewerteten und befallenen Früchte in den verschiedenen Varianten am Standort Ailingen

VARIANTE	Anzahl Früchte	abgestoppt			lebende Larven		überlebende Larven
		sehr tief	tief	GESAMT	frisch eingebohrt	noch nicht im Kern	
"ZU FRÜH"	6000		1			1	1
	In %	0,00	0,02	0,00	0,00	0,02	0,02
"GENAU"	6000	1					
	In %	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
"ZU SPÄT"	6000	2	4			1	1
	In %	0,03	0,07	0,00	0,00	0,02	0,02

Am etwas späteren Standort Ailingen gab es bei der zu frühen und der zu späten Variante jeweils eine überlebende Larven während der genaue Termin hier ein optimales Ergebnis erzielte (Tabelle 11).

Tabelle 12: Anzahl der ausgewerteten und befallenen Früchte in den verschiedenen Varianten am Standort Ailingen

VARIANTE	Anzahl Früchte	abgestoppt			lebende Larven		überlebende Larven
		sehr tief	tief	GESAMT	rel. frisch eingebohrt	noch nicht im Kern	
"ZU FRÜH"	10250		3			2	2
	<i>In %</i>		<i>0,03</i>			<i>0,02</i>	<i>0,02</i>
"GENAU"	10250		3			4	1
	<i>In %</i>		<i>0,03</i>			<i>0,04</i>	<i>0,01</i>
"ZU SPÄT"	10250		1		1	3	4
	<i>In %</i>		<i>0,01</i>		<i>0,01</i>	<i>0,03</i>	<i>0,04</i>

3.2.3 Diskussion

Insgesamt waren die Unterschiede zwischen den verschiedenen Spritzterminen überraschend gering. Dabei ist sicherlich zu berücksichtigen, dass trotz der Grösse der Anlagen und der sehr hohen Zahl an ausgewerteten Früchten pro Schlupfperiode nur eine relativ geringe Zahl an befallenen Früchten gefunden werden konnte. Bei starken Unterschieden im Behandlungserfolg der einzelnen Varianten wären aber sicherlich absicherbare Effekte sichtbar geworden.

Tendenziell lag die zu frühe Behandlung bei den ersten drei Schlupfperioden im Jahr 2005 am besten. Am Standort Schnetzenhausen wurden zwar in der „frühen“ Variante zwei Larven mehr gefunden als in der „späten“ Variante. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, dass der Bestand nicht ganz gleichmäßig war und in der „späten“ Variante die Bäume teilweise durch Wühlmausbefall geschädigt waren. Die Auswertung pro Baum, die sich bei den Wellpappedaten zwangsläufig ergibt, ist daher für diesen Versuch nur bedingt aussagefähig und sollte nicht überinterpretiert werden.

Interessanterweise war die „frühe“ Variante im Jahr 2005 auch meist besser als die genaue „Punktspritzung“, zumindest aber gleich gut. Zwischen den beiden Behandlungen lagen mindestens zwei sonnige Tage. Nach Literaturangaben (Huber, 1998) sollte nach diesem Zeitraum zumindest 50 % des ausgebrachten Virus bereits durch UV-Strahlung abgebaut sein. Die Versuche des Jahres 2002 und 2003 haben deutlich gezeigt, dass bei stärkerem Befall zwischen der halben und der 1/10 Aufwandmenge durchaus große Unterschiede sichtbar werden können. Es kann also nicht ohne weiteres davon ausgegangen werden, dass ein Abbau von 50 % des ausgebrachten GV aufgrund der flachen Dosis-Wirkungs-Kurve folgenlos geblieben wäre. Die Ergebnisse weisen vielmehr darauf hin, dass die UV-Inaktivierung im Feld unter Umständen schwächer ist als bisher angenommen. In die gleiche Richtung weisen die Arbeiten von Steineke (2004), die nachweisen konnte, dass die UV-Inaktivierung im Feld unter Umständen zwei bis dreimal schwächer ist, als in direkten Expositionsversuchen beobachtet wurde.

Interessant ist der Effekt in der „spät“ behandelten Parzelle. Obwohl sie am im Schnitt am schlechtesten abschnitt, war immer noch ein hoher Prozentsatz an Früchten mit abgestoppten Fraßgängen zu finden.

Da aus verfahrenstechnischen Gründen keine unbehandelte Kontrolle vorlag, kann nicht mit letzter Sicherheit ausgesagt werden, ob der gesamte abgestoppte Befall auf GV zurückzuführen war.

Es fällt aber auf, dass in der zu spät behandelten Variante der Befall „tiefer“, d.h. zu einem späteren Zeitpunkt mit tiefer gehenden Fraßgängen abgestoppt wurde als in den anderen beiden. Dies weist auf ein Absterben der Larven in einem fortgeschrittenen Larvenstadium hin. Nach Steineke (2004) kann eine GV-Behandlung noch eine Wirkung auf bereits eingebaute ältere Apfelwicklerlarven zeigen und diese zum Absterben bringen. Ähnliche Effekte sind hier zu beobachten.

Für die Praxis bedeutet dies, dass zumindest bei der ersten und evtl. auch bei der zweiten Behandlung in der Saison durchaus ein gewisser Spielraum für die Terminierung besteht. Aufgrund der Ergebnisse scheint es nicht unbedingt gerechtfertigt, Extra-Behandlungen genau auf den berechneten Schlupfzeitpunkt auszubringen, wenn es sich um 2-3 Tage Unterschied handelt. Der ökologische und ökonomische Mehraufwand ist beträchtlich, der Nutzen scheint begrenzt. Da auch andere Untersuchungen den Schluß nahelegen, dass der UV-Abbau des GV im Freiland nicht ganz so bedeutsam ist wie angenommen, wird dieser Faktor vielleicht auch etwas überschätzt. Wenn man die Wahl hat, entweder zu früh oder zu spät zu behandeln, scheint nach diesen Ergebnissen auf jeden Fall der zu frühe Zeitpunkt sinnvoller zu sein. Sollte man den Termin aber einmal um wenige Tage versäumen, ist immer noch ein Effekt auf die Population zu erwarten, wenn es auch zu Fruchtschäden kommt. Dies ist bei der ersten Generation von geringer Bedeutung. Zu berücksichtigen ist auch, dass die Prognose des Larvenschlupfes immer aufgrund von Berechnungen erfolgt, die sich auf die Daten von nahe gelegenen Wetterstationen stützt. Die tatsächlichen Bedingungen in der einzelnen Anlage werden immer ein bißchen davon abweichen (Südhänge haben z.B. etwas andere Temperaturbedingungen). Eine ganz punktgenau gesetzte Spritzung könnte sich leicht in eine zu spät terminierte Behandlung verwandeln, wenn die Larven nur einige Stunden früher ausschlüpfen.

Aus ökonomischer Sicht könnte es nach diesen Ergebnissen sinnvoll sein, das GV mit der Fungizidbehandlung auszubringen, so diese regelmässig erfolgt und bei Bedarf eine etwas höhere Menge an GV einzusetzen. Dies kann immer noch günstiger sein als eine gesonderte Behandlung (Kosten Behandlung ca. 35 €/ha, Kosten 1 halbe Aufwandmenge GV = 25ml/ha/mKh = 50 ml = ca. 25 €).

Die vorliegenden Ergebnisse zeigen jedoch auch einmal mehr, dass bei GV eine gewisse Fehlertoleranz gegeben ist – auch bei nicht genau terminierter Spritzung gibt es noch einen sehr guten Effekt auf die Folgepopulation. Dies könnte in der Praxis allerdings zu einer gewissen Unvorsichtigkeit beim Umgang mit dem Präparat führen. Vor dem Hintergrund der Ergebnisse aus dem Projekt UM 022/1 zur Minderempfindlichkeit einiger Apfelwicklerpopulationen gegenüber GV wurde daher bisher darauf verzichtet, die o.g. Schlußfolgerungen der breiten Praxis vorzustellen, um eine unvorsichtige Handhabung des Präparates zu verhindern. Sobald Näheres über die Ursachen der Minderempfindlichkeit bekannt ist, werden diese Ergebnisse jedoch in die Strategieentwicklung mit einfließen.

3.3 Erste Ansätze zur Erarbeitung von Strategien auf einem Betrieb mit einer Apfelwicklerpopulation, die gegenüber GV minderempfindlich ist

Im Jahr 2004 wurde zum ersten Mal in zwei Betrieben Minderempfindlichkeit von Apfelwicklerpopulationen gegenüber GV festgestellt (FRITSCH et al., 2005). Einer dieser Betriebe ist der MaBo assoziiert. Während im ersten betroffenen Betrieb starke Apfelwicklerprobleme festgestellt worden waren, hatte dieser Betrieb eigentlich zwar 2003 einen Befall zwischen 2 und 5 %, 2004 aber kaum Probleme in der untersuchten Anlage. Die Diskussion in der Praxis um die benötigten/sinnvollen Aufwandmengen von GV vor dem Hintergrund dieser Beobachtungen natürlich beträchtlich. Auch die Ergebnisse aus den Versuchen der Vorjahre sind vor diesem Hintergrund neu zu diskutieren (s. Kap. 1).

Es ist im Moment nicht bekannt, wieviele Anlagen bereits schon von dem Problem der Minderempfindlichkeit betroffen sind. Es kann im Moment auch nicht abgeschätzt werden, da aus verfahrenstechnischen Gründen nur Populationen aus relativ stark befallenen Anlagen untersucht werden können, da nur hier genügend Diapauselarven für einen Biotest im Folgejahr gewonnen werden können. Die Anlage am Bodensee, deren Population bereits eine Minderempfindlichkeit gegenüber GV aufwies, die aber noch keine ernsthaften Apfelwicklerprobleme zeigte, war vor diesem Hintergrund sehr interessant. Folgende Fragen, die für eine Strategieentwicklung für alle Betriebe, die länger mit GV arbeiten und u.U. bereits minderempfindliche Populationen haben könnten ohne es zu wissen, von großer Bedeutung sind, sollten geklärt werden:

- Warum gibt es in der Anlage keine Probleme obwohl in diesem Fall die Kontrolle des Apfelwicklers nur über GV erfolgt und hier eine Minderempfindlichkeit festgestellt wurde?
- Gibt es im Freiland evtl. zusätzliche Effekte durch andere Krankheiten, die zu einem Absterben der Larven führen und evtl. synergistisch mit GV wirken?
- Hat die Erhöhung der Aufwandmenge von GV um eine Zehnerpotenz noch einen Effekt oder bringt dies bei minderempfindlichen Populationen nichts mehr?

Hierzu wurde in der betroffenen Anlage im Jahr 2005 ein Freilandversuch durchgeführt. Außerdem wurden die toten Diapauselarven, die in der Wintersaison 2003/2004 aus der ersten Sammlung abgestorben waren, auf Befall durch Antagonisten untersucht. Vergleichend dazu erfolgte eine Untersuchung der abgestorbenen Larven anderer betroffener Populationen, um eine etwaige Bedeutung vorhandener Antagonisten entsprechend abschätzen zu können.

3.3.1 Material und Methoden

Die Versuchsanlage liegt neben einer Pferdeweide mit einigen Streuobstbäumen und wird auf der Nordwestseite von einer anderen, ähnlich bewirtschafteten Anlage, auf der Südostseite von einer kleinen Strasse, neben der ein Bach fließt, begrenzt (Abbildung 9).



Abbildung 9: Versuchsanlage im Sommer 2005

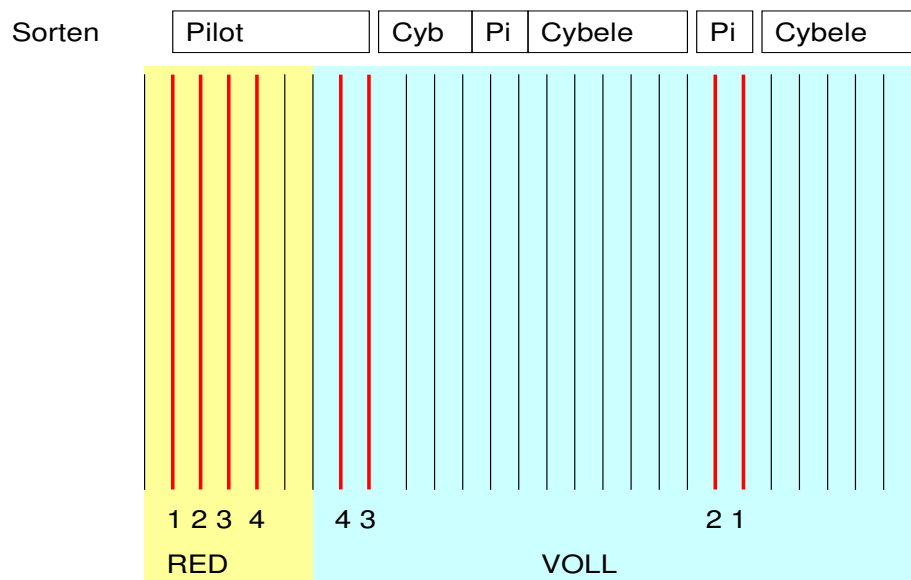


Abbildung 10: Schematische Darstellung der Versuchsanlage. Die ausgewerteten Reihen sind numeriert und rot gekennzeichnet. Die gelb markierte Fläche (RED) wurde mit der reduzierten Aufwandmenge behandelt, die blau markierte mit der hohen Aufwandmenge. Die jeweiligen Sorten sind oben angegeben (Pilot und Cybele).

Es sind die Sorten Pilot und Cybele gepflanzt. Die Bäume der Sorte Pilot waren wesentlich älter (Pflanzjahr 1992) und wiesen einen stärkeren Wuchs auf. Der Apfelwicklerbefall war bei Pilot immer stärker als bei Cybele, daher wurde diese Sorte ausgesucht.

Aus Gründen der Sortenverteilung konnten nur zwei Reihen der mit hoher Aufwandmenge behandelten Parzelle direkt neben der reduziert gespritzten Parzelle gelegt werden. Die anderen beiden Reihen wurden bewußt weiter entfernt gelegt, da so ein potentieller Effekt der Populationsreduzierung in der zweiten Generation sichtbar werden sollte (Abbildung 10). Der Befall in der Anlage war lt. Betriebsleiter und lt. frühere Erfahrungen bis jetzt relativ gleichmäßig.

Bei der Auswertung zeigte sich jedoch dann ein offensichtlich niedrigerer Befallsdruck in den Reihen 1 und 2 der VOLL behandelten Parzelle. Daher wurden diese zwar bonitiert und ausgewertet, in die Darstellung und Endauswertung wurden aber von beiden Parzellen nur die Reihen 3 und 4 einbezogen.

Die Fragestellung bei diesem Versuch war unter anderem, ob Larven während ihrer Entwicklung noch absterben. Da hier nicht nur die reine Tatsache des Absterbens relevant war sondern auch die Ursache, wurden die „Leichen“ benötigt. Das Verfahren, das normalerweise bei der Bonitur von Langzeiteffekten zur Anwendung kommt, ist die Anwendung von Wellpapperingen. Dies war in diesem Falle nicht geeignet, da man hier die toten Larven nicht erfassen kann. Deshalb wurden pro Reihe 1000 Äpfel bonitiert und jeder befallene Apfel sofort bei der Bonitur einzeln in eine Plastikdose verbracht, in die Luftlöcher eingeschnitten waren. Die Dosen wurden bei Zimmertemperatur gelagert und nach dem Ausbohren der Larven ausgewertet. Um möglichst präzise Aussagen machen zu können, wurde bei jeder Frucht beim Verbringen in die Plastikdose schon der äussere Eindruck festgehalten (frischer oder bereits trockener Kot, scheint abgestoppt, Einbohrstelle Kelch oder seitlich usw.).

Um sicherzugehen, dass durch den langen Verbleib in der Dose bis zum Ausbohren der Larven keine „Leichen“ übersehen wurden bzw. sich inzwischen auflösten, wurde jeweils eine Reihe direkt vor Ort aufgeschnitten und bonitiert, eine Hälfte wurde in Dosen verbracht.

Am 20.7.05 wurden sehr viele ganz frische Einbohrungen gefunden. Da sehr junge Larven in Dosen einer gewissen Mortalität unterliegen können und sich auch noch nicht mit eventuell bedeutsamen Krankheiten infiziert haben können, wurde nur die Hälfte der Reihen ausgewertet, der Rest am 27.7.05 (Tabelle 13). Bei der letzten Bonitur am 6.9. war zu berücksichtigen, dass sowohl „alter“, d.h. von der ersten Generation stammender Befall, der noch am Baum hing als auch „neuer“ Befall gefunden wurde. Daher wurde beim Verbringen der Früchte in die Plastikdose sofort vermerkt, ob der Kot an der Einbohrstelle frisch oder schon sehr alt und vertrocknet war.

Alle Früchte wurden nach dem Ausbohren der Larven ausgewertet. Fanden sich noch lebende Larven in Früchten mit „altem“ Kot, wurde der Befall der ersten Generation zugeordnet. Dies war aber nur bei etwa 2-4 Früchten pro Reihe der Fall. Ansonsten gingen nur die Früchte mit frischem Kot in die Auswertung ein.

Die Anzahl der aktiven Larven zu den jeweiligen Terminen wurde mittels Fishers Exact Test (Vierfeldertafel) statistisch ausgewertet (Irrtumswahrscheinlichkeit 99 %).

Mit den Behandlungen wurde zu Beginn der ersten Schlupfperiode begonnen. Geplant war, die ganze Saison über jeweils einmal wöchentlich mit 50 ml/ha/mKh bzw. 5 ml/ha/mKh, (jeweils 100 ml bzw. 10 ml pro ha bei 2 m Kronenhöhe) zu behandeln. Anfangs setzte der Betrieb, der seit sehr langer Zeit mit GV arbeitet, jedoch geringere Mengen ein, da er sich nicht vorstellen konnte, zu dieser Saisonzeit so hohe Aufwandmengen zu fahren.

Nach der Bonitur am 30.6. änderte sich dies und es wurden sehr kurze Spritzabstände gewählt, um den Befall noch unter Kontrolle zu bringen (Tabelle 13).

Tabelle 13: Übersicht über die Termine der Spritzungen und Bonituren im Jahr 2005 in der mit reduzierter und mit voller Aufwandmenge behandelten Parzelle (Aufwandmengen in ml Madex/ha)

Datum	RED	VOLL	
10.6.	5	40	Bonitur 22.6.
25.6.	5	50	Bonitur 30.6.
2.7.	10	100	
5.7.	10	100	Bonitur 13.7.
8.7.	10	100	(Reihe 4 sofort aufgeschnitten)
13.7.	10	100	Bonitur 20.7.
16.7.	10	100	(R4 ganz, R1,2,3 nur halb bonitiert, R3 aufgeschnitten)
22.7.	10	100	Bonitur 27.7. (R1,2,3 andere Hälfte, nichts aufgeschnitten)
29.7.	10	100	
4.8.	10	100	Bonitur 9.8.
12.8.	10	100	R4 aufgeschnitten
19.8.	10	100	
25.8.	10	100	Bonitur 6.9. (2. Generation) Unterteilung frisch/alt nach Kot

Für die Untersuchung der während der Überwinterung abgestorbenen Diapauselarven wurden die toten Larven am Institut für biologischen Pflanzenschutz der BBA in Darmstadt sezziert, verschiedene Organe wie Fettkörper und Darm entnommen und diese dann unter dem Phasenkontrastmikroskop als Quetschpräparat untersucht. Bei Verdacht auf Vorhandensein von Granuloviren erfolgte eine weitere Untersuchung unter dem Elektronenmikroskop.

3.3.2 Ergebnisse

Der Befall entwickelte sich im Gegensatz zu den letzten Jahren sehr stark und konnte auch in der Variante mit hoher Aufwandmenge nicht vollständig unter Kontrolle gehalten werden.

Bei den ersten Bonituren am 22.6. und 30.6.05 zeigten sich kaum Unterschiede im Befall zwischen den beiden Varianten (Abb. 12). Die Variante mit hoher Aufwandmenge war eher stärker befallen. Dies änderte sich ab dem 13.7.05, nachdem wirklich 100 ml/ha in kurzen Abständen eingesetzt wurden. Vor allem bei den lebenden Larven zeigten sich Unterschiede, die am 13.7. und am 20.7. auch statistisch abgesichert werden konnten. Zu diesen Terminen ergab sich eine „Mehrwirkung“ der hohen Dosis von 47 bzw. 60 % auf die lebenden Larven.

Beim abgestoppten Befall dagegen waren kaum Unterschiede zu verzeichnen (Abb. 12), so dass die Unterschiede im Befall zu grössten Teil auf die Früchte mit tatsächlich überlebenden Larven zurückgehen. Tote Larven wurden in beiden Varianten nur sehr wenige gefunden – weder bei der Sofortbonitur noch bei der späteren Auswertung.



Abbildung 11: Kelcheinbohrung mit Apfelwicklerlarve

wenige gefunden – weder bei der Sofortbonitur noch bei der späteren Auswertung. Auffällig war ein hoher Anteil an Larven, die sich im Kelch eingebohrt hatten. Bei der Bonitur vom 30.6. und teilweise auch vom 13.7. entstanden bei bei der Sofortbonitur Probleme mit der Abgrenzung zum Befall durch Bodenseewickler, da das Schadbild sehr ähnlich aussah. Fast alle dieser Einbohrungen enthielten aber später eindeutig Apfelwicklerlarven (Abb. 11).

In Abb. 15 ist die relative Verteilung der Einbohrungen an Kelch und Seite auf allen bonitierten Früchten zu den drei wichtigen Terminen der ersten Generation dargestellt (Gewertet wurde immer die Ersteinbohrung).

Die Kelcheinbohrer sind fast immer in der Überzahl, besonders stark ist dies bei der Variante mit geringer Konzentration ausgeprägt.

Berücksichtigt man jedoch, dass diese Variante eine weitaus höhere Anzahl an befallenen Früchten aufwies und berechnet den relativen Anteil an Kelcheinbohrern auf die Gesamtzahl der Früchte (Abbildung 16), so zeigt sich zwar immer noch ein höherer Anteil an Kelcheinbohrern in der niedrig konzentrierten Variante, er ist jedoch nur um ca. 10 % erhöht.

„WG“ges.	16,7	-25,0	38,5	32,3	31,6	12,1	44,6
„WG“aktiv	0	-23,1	47,2	60,9	35,3	32,8	40,0

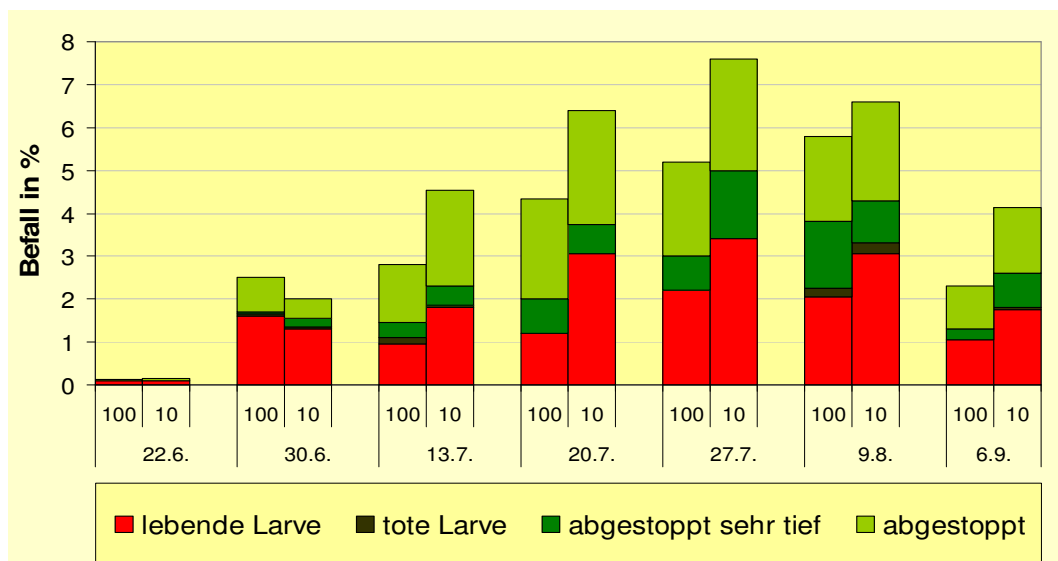


Abbildung 12: „Aktiver“ und abgestoppter Befall in den mit hoher (100) und niedriger (10) Aufwandmenge behandelten Varianten zu den verschiedenen Boniturterminen

„WG“aktiv 0 -23,1 47,2 60,9 35,3 32,8 40,0

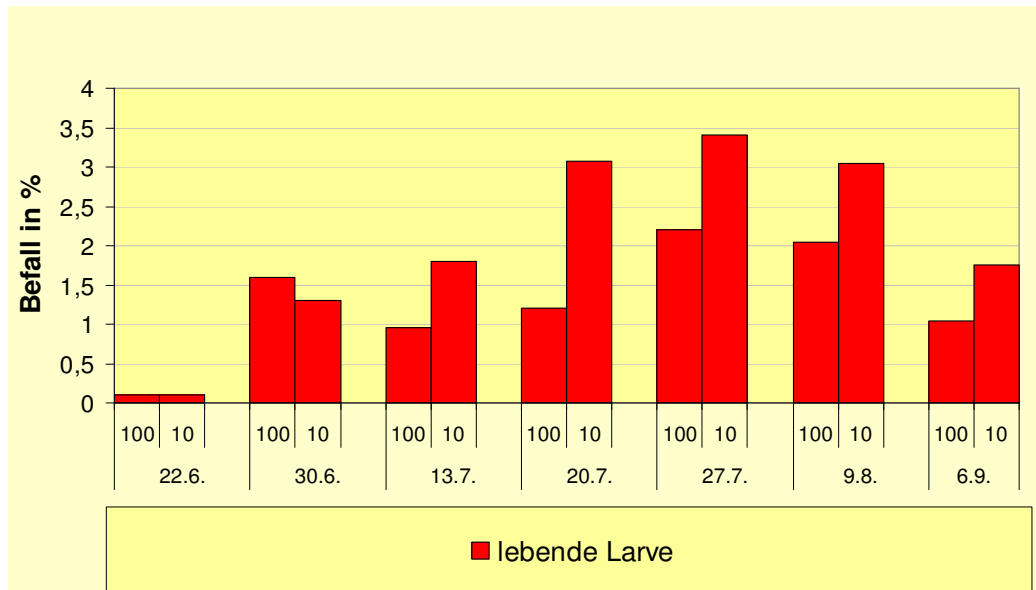


Abbildung 13: „Aktiver“ Befall in den mit hoher (100) und niedriger (10) Aufwandmenge behandelten Varianten zu den verschiedenen Boniturterminen

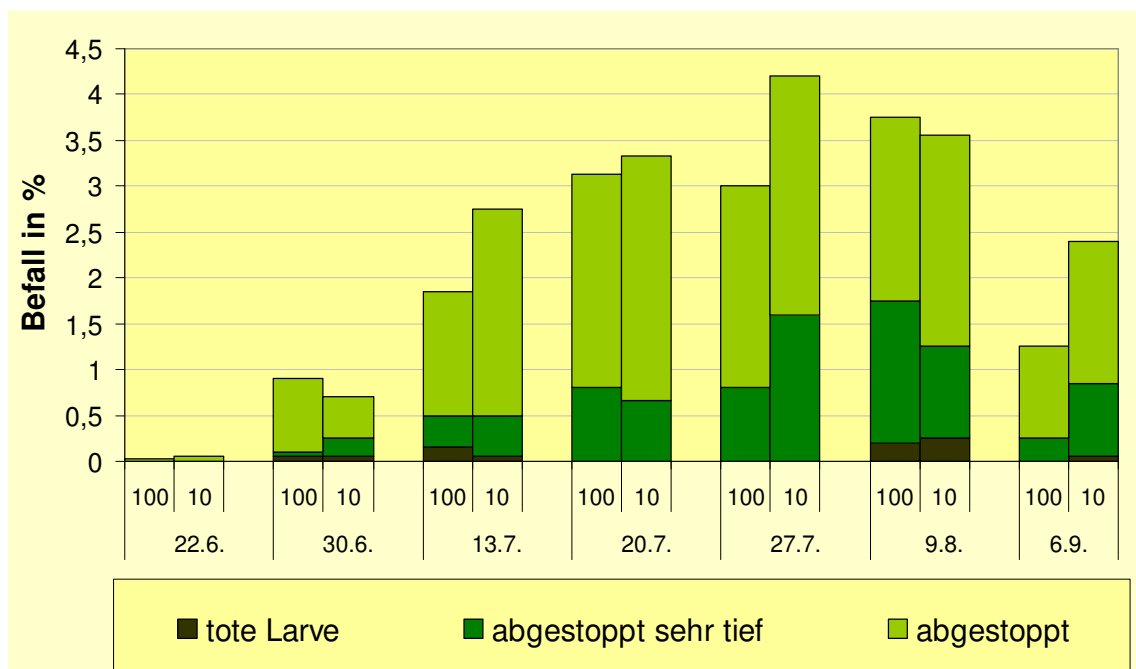


Abbildung 14: Abgestoppter Befall in den mit hoher (100) und niedriger (10) Aufwandmenge behandelten Varianten zu den verschiedenen Boniturterminen

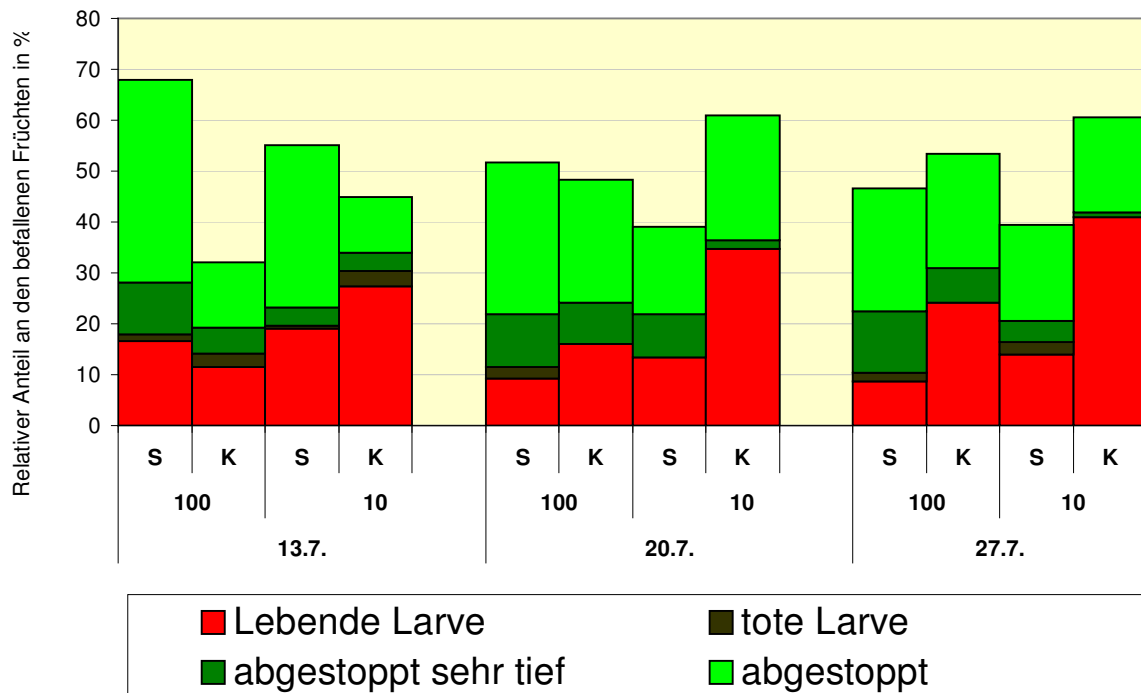


Abbildung 15: Relativer Anteil der Einbohrungen an Kelch und Seite in den bei den Varianten zu verschiedenen Boniturterminen (am 13.7.78 bzw. 194 Früchte ausgewertet, am 20.7. 87 bzw. 187, am 27.7. 58 bzw. 122 Früchte)

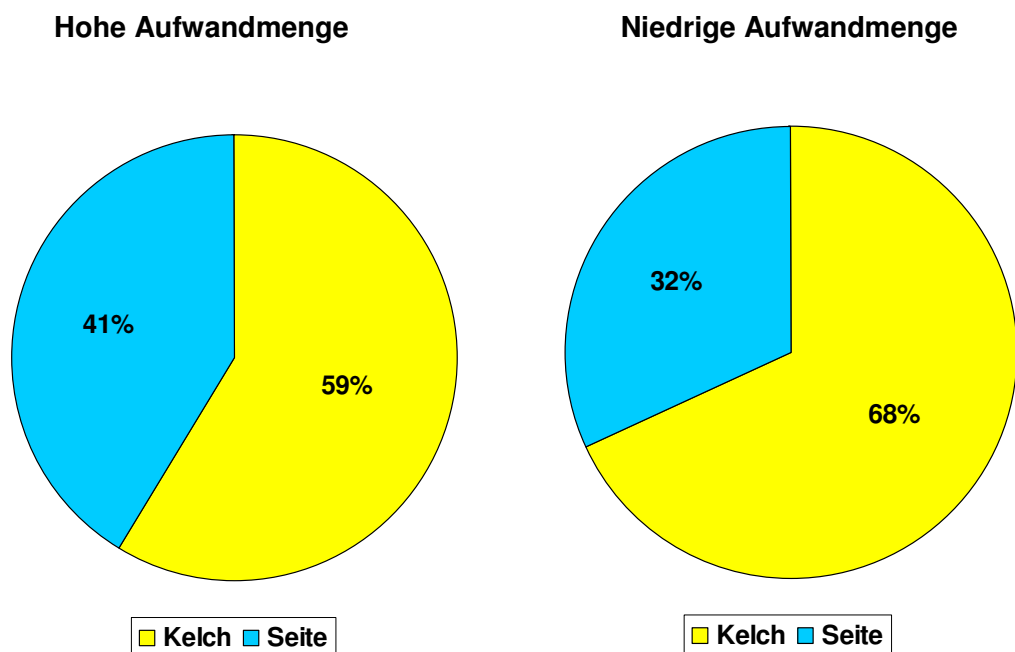


Abbildung 16: Relativer Anteil an Einbohrstellen an Kelch und Seite bei den Früchten mit überlebenden Larven aus den Boniturterminen 13.7., 20.7. und 27.7.05 in den beiden Varianten-

Bei der Untersuchung der toten Larven aus der Saison 2003 konnten bei den Larven aus dieser Anlage kaum Antagonisten gefunden werden. Die meisten toten Larven enthielten gar keine Antagonisten (Tabelle 14).

Tabelle 14: Befall der Diapauselarven aus der Versuchsanlage un anderen betroffenen Anlagen mit verschiedenen Antagonisten

Antagonist	Versuchs anlage	Vergleichsanlagen			
		Fischingen 2003	Fischingen 2004	Saarland 2004	Denzlingen 2004
Mikrosporidien (<i>N.carpocapsae</i>)	1			1	
<i>Beauveria bassiana</i>	1		5		1
Nematoden	6				
Fusarium sp.			1		
div. Pilze	5		1		2
Granulovirus		2	1	3	2
ohne Befund	156	63	12	32	15
Gesamtzahl	169		20	36	20

3.3.3 Diskussion

Die Anlage war zwar 2003 schon von der Minderempfindlichkeit (ME) betroffen, zeigte aber noch keine gravierenden Apfelwicklerprobleme. Anhand der hier vorliegenden Ergebnisse kann eindeutig festgestellt werden, dass dies nicht auf den Einfluß von Antagonisten zurückzuführen ist. Auch Parasitoide wurden kaum festgestellt. Die im Winter 2003 abgestorbenen Diapauselarven waren zum allergrößten Teil aus abiotischen Ursachen abgestorben. Ebenso wurden in den befallenen Früchten nur wenige tote Larven gefunden während die weitaus meisten überlebten..

Der Beginn der von den von der ME betroffenen bekannten „explosiven“ Populationsentwicklung fand in diesem Jahr mit einer gewissen Zeitverzögerung gegenüber der Feststellung der ME statt. Dies bedeutet, dass unter Umständen auch andere Anlagen betroffen sein können, bei denen noch keine Probleme mit Apfelwickler bekannt sind.

Die Erhöhung der Aufwandmenge an GV um eine Zehnerpotenz zeigte aber trotz der festgestellten ME noch einen deutlichen Effekt. Sie führte zu einer Reduktion des Gesamtbefalls, der vor allem auf eine Reduktion der Anzahl der überlebenden Larven zurückzuführen war. Der abgestoppte Befall war in beiden Varianten relativ ähnlich. Da aus technischen und finanziellen Gründen keine entsprechende Nullparzelle möglich war, kann keine Aussage gemacht werden, ob die Anwendung von GV überhaupt noch abgestoppten Befall hervorrief oder ob es sich hier um den natürlichen vorkommenden abgestoppten Befall handelt.

Die Erhöhung der Aufwandmenge führte jedenfalls nicht zu einem höheren Anteil an „abgestoppten“ Früchten. Der Effekt auf die überlebenden Larven dagegen war in bei der ersten Generation deutlich, sogar statistisch absicherbar. Er könnte auch darauf zurückzuführen sein, dass ein Teil der vorhandenen Apfelwicklerpopulation noch empfindlich gegenüber GV ist und durch die hohen Aufwandmengen abgetötet wurde.

Dagegen spricht allerdings, dass auch die niedrige Aufwandmenge mit sehr kurzen Spritzabständen zum Einsatz kam. Dies hätte nach bisherigen Erfahrungen wohl ebenfalls für eine erfolgreiche Bekämpfung empfindlicher Larven ausgereicht. Geht man also davon aus, dass inzwischen zumindest ein sehr großer Teil der Population von der ME betroffen war, zeigen die Versuche, dass die Erhöhung der Aufwandmenge um eine Zehnerpotenz durchaus einen Effekt im Freiland zeigt, auch wenn aufgrund der im Projekt UM 022/1 erarbeiteten Labordaten dies zweifelhaft erschien. Die Situation im Freiland und die dort auftretenden tatsächlichen Konzentrationen sind wohl nicht mit einer standardisierten Laboruntersuchung zu erfassen.

B Erarbeitung von Strategien zum Einsatz des Schalenwicklergranulovirus Capex 2

Einige MaBo-Betriebe setzen das Schalenwicklergranulovirus Capex schon jahrelang zum Niedrighalten der Populationen des Fruchtschalenwicklers ein. Sie reduzieren die Dosis oft immer mehr, je länger sie das Präparat einsetzen. Aus dieser Beobachtung, ergänzt durch wissenschaftliche Erkenntnisse zum Verhalten des Virus in der Anlage (ANDERMATT, 1989; KUMPMANN, 2002), ergaben sich folgende Fragestellungen:

- Welche Strategie ist die beste für ein langfristiges vorbeugendes Niedrighalten der Population, d.h. in einer nicht akut stark befallenen Anlage?
- Baut sich bei langfristiger Anwendung ein Viruspotential in der Anlage auf, das mittelfristig eine Reduktion der Aufwandmenge erlaubt, d.h. man müsste nur noch „nachliefern“ und könnte die Mittelmengen auch der Viruspräparate entsprechend reduzieren, um das allgemeine Ziel der MaBo, die Aufwandmengen aller eingesetzten Pflanzenschutzmittel zu minimieren, auch bei biologischen Produkten zu überprüfen und umzusetzen?

Folgende Praxisversuche wurden zur Klärung dieser Fragen angelegt:

- Vergleich von Frühjahrs- mit Sommer- bzw. Herbstanwendung bzw. Strategie geringer Aufwandmengen zu jedem möglichen Zeitpunkt (Frühjahr, Sommer, Herbst)
- Vergleich der Frühjahrsanwendung zur Anwendung im Frühjahr mit hoher und im Sommer mit niedriger Aufwandmenge
- Vergleich von Anlagen, die schon länger mit Capex behandelt werden, mit Anlagen, wo Capex zum ersten Mal eingesetzt wird, bei relativ niedrigen Aufwandmengen
- Untersuchung von Larven, sowie von Blattmaterial, und Astproben aus einer langjährig mit Capex behandelten Anlage mittels Biotest auf Viruskontamination

Die zu entwickelnde Strategie ist für Anlagen mit niedriger Populationsdichte konzipiert. Dies bedeutet, dass die Strategieentwicklung nicht nur in Anlagen mit hoher Population erfolgen konnte. Gerade, wenn es um die längerfristigen Effekte des GV geht, kann bei hoher Population durch die horizontale Übertragung über viröse Larven, die am Baum absterben, eine komplett andere Situation entstehen als bei niedrigen Populationen mit wenigen Larven.

Das Problem war jedoch, dass der Fruchtschalenwickler sich am Bodensee derzeit generell in einer Phase der niedrigen Populationen befindet. Es kommt zwar immer wieder zu Befall, dieser ist jedoch sehr lokal abgegrenzt, tritt plötzlich auf und ist kaum vorhersagbar. Daraus entwickelt sich auch die o.g. Strategie des „Niedrighaltens“ der Population. Bei den Strategievergleichen mußten aufgrund der Abdriftproblematik relativ grosse Flächen in den Versuch genommen werden. Ein einfacher Vergleich der Entwicklung der Populationen über einen gewissen Zeitraum hinweg wäre daher wenig aussagefähig gewesen. Daher wurde als Parameter für den langfristigen Erfolg einer Strategie der „Durchseuchungsgrad“ der Population, d.h. der Anteil der Larven, die an GV sterben, herangezogen.

Dieser wurde anfangs mit mikroskopischen Verfahren, später dann mittels PCR bestimmt.

3.4 Vergleich der Diagnosemethoden

Zum Nachweis der Virusinfektion kamen am Institut für Biologischen Pflanzenschutz der BBA in Darmstadt Gewebeuntersuchungen mit Hilfe des Licht- und Elektronenmikroskops zur Anwendung. Die Diagnose an der BBA erfolgte mittels morphologischer Parameter (Auffinden eines Einschlusskörpers des Virus in der toten Larve), die Diagnose am DLR Neustadt wurde mittels PCR-Analyse durchgeführt.

Tabelle 15: Vergleich der Ergebnisse der beiden Diagnoseverfahren an verschiedenen Larven

Kenn-Nr.	Diagnose mikroskopisches Verfahren	Diagnose PCR
1	virusinfiziert	virusinfiziert
2		ev. schwach infiziert
4	negativ	negativ
5		ev. sehr schwach infiziert
9	negativ	negativ
10	negativ	negativ
11	definitiv nicht infiziert	virusinfiziert
14		ev. sehr schwach infiziert
16	virusinfiziert	virusinfiziert
19	negativ	negativ
25		ev. sehr schwach infiziert
26	negativ	negativ
34	negativ	negativ
35	negativ	ev. sehr schwach infiziert
40	negativ	ev. schwach infiziert
41	negativ	ev. sehr schwach infiziert

Beim Vergleich der Verfahren zeigte sich, dass eine Larve, die bei der PCR als definitiv virusinfiziert diagnostiziert wurde, bei der mikroskopischen Diagnostik nicht erkannt wurde. Die PCR scheint also die genauere und sichere Methode zu sein (Tab. 15).

Überraschend war jedoch, dass bei der PCR – die in diesem Fall qualitativ durchgeführt wurde – einige Larven „schwache positive Signale“ aufwiesen. Um dieses Phänomen zu erfassen bzw. näher zu beleuchten, wurde daher bei den Untersuchungen nicht nur eine quantitative sondern auch eine qualitative PCR, die um den Faktor 10 bis 100 empfindlicher als die einfache PCR reagiert, durchgeführt.

3.5 Vergleich Frühjahrs-, Sommer- und Herbstanwendung

3.5.1 Methoden

Folgende Varianten wurden 2002 angelegt und 2003 ohne weitere Anwendung von Capex nochmals untersucht:

- 1 Frühjahrsanwendung 2 x 1/2 Aufwandmenge (5.4., ca. 10 Tage später 2. Spritzung)
- 2 Sommeranwendung 2 x 1/2 Aufwandmenge (Anfang Juli, 2. Spritzung 8 Tage später)
- 3 Herbstanwendung 1 x 1/10 Aufwandmenge (17.8.)
- 4 „Daueranwendung“, Frühjahr wie 1, Sommer 2 x 1/10, und Herbst 1 x 1/10 Aufwandmenge

Alle Varianten wurden in jeweils 5 Anlagen durchgeführt. (d.h. 20 Anlagen insgesamt). Auf die Apfelwicklerbehandlung mit synthetischen Insektiziden sowie auf Insektizide im Frühjahr wurde 2002 und 2003 bis Ende Juni nach Absprache verzichtet. Aufgrund des starken Schalenwicklerbefalls im Sommer 2003 musste nach der ersten Sammlung Ende Juni in den meisten Anlagen ein Insektizid ausgebracht werden. Es war daher nur die erste Sammlung im Sommer möglich.

Direkt angrenzend an die Anlagen 1 und 2 der „Frühjahrsvariante“ (Var. 1) befand sich eine weitere Anlage desselben Besitzers mit den Sorten Golden Delicious und Elstar. Auch wenn der für eine unbehandelte Kontrolle mindestens notwendige Abstand von 30 m nicht eingehalten werden konnte, wurde diese Anlage in die Auswertungen mit einbezogen. Die Anlagen 11 und 12 sowie diese Nachbaranlage wiesen insgesamt den höchsten Anfangsbefall auf.

In jeder Anlage erfolgte eine Befallsbonitur auf 2.000 bis 5.000 Blütenbüscheln im Frühjahr und 1.500 bis 2.500 Langtrieben im Sommer. Die Bonitur wurde immer vom gleichen Team (4-6 Personen) ausgeführt, das möglichst gleichmäßig auf die Anlage verteilt wurde, so dass immer mehrere Reihen erfasst werden konnten. Außerdem wurden Larven gesammelt. Mit der Sammlung wurde immer erst in den unbehandelten bzw. zu diesem Termin nicht behandelten Anlagen begonnen, um eine Kontamination möglichst auszuschließen. Die Larven wurden einzeln zusammen mit einem möglichst großen Blatt aus der Anlage direkt in Plastikdöschen gesammelt. 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 nach Darmstadt gebracht. Dort wurde anhand von Gewebeuntersuchungen mit Hilfe des Licht- und Elektronenmikroskops die Virusinfektion aufgrund vorhandener Einschlusskörper diagnostiziert. Aufgrund von Beobachtungen, die auf virusinfizierte Puppen schließen ließen, erfolgte später auch eine Untersuchung der Puppen. Die visuell als virusinfiziert eingestuft Puppen („Capex-Puppen“) waren aber in den meisten Fällen bei der Untersuchung negativ.

Da aber erfahrungsgemäß solche Puppen nur bei Aufnahme einer sehr geringen Dosis von Schalenwicklergranulovirus beobachtet werden (auch Andermatt, mündl. Mitteilung), wurden diese Puppen hier separat aufgeführt („Capex-Puppe“).

Bestimmt wurden aus der Sammlung außerdem die Parasitoide, sowie die Anzahl der geschlüpften Adulten und evtl. aufgetretene andere Wicklerarten.

Im Jahr 2003 wurden im Juni noch einmal Larven gesammelt. Auch hier wurden die abgestorbenen Larven tiefgefroren, dieses Mal aber nach Neustadt verbracht. Unter der Leitung von Dr. J.Jehle erfolgte dann eine PCR-Untersuchung.

Hierbei wurde sowohl eine einfache als auch eine „nested“ PCR durchgeführt.

3.5.2 Ergebnisse

Aus dem Jahr 2002 sind nur auszugsweise die wichtigsten Ergebnisse dargestellt (s. Zwischenbericht 2002).

Bei den Frühjahrssammlungen im Jahr 2002 konnten nur in den Anlagen 1 und 2 der Variante 1 „Frühjahr“ sowie in der angrenzenden Nachbaranlage genügend Larven für eine aussagekräftige Auswertung gefunden werden. Da sie direkt nebeneinander angrenzen und zum gleichen Betrieb mit gleichem Spritzregime gehören, wenn auch mit unterschiedlicher Sorte, wurden hier auch die Mortalitäten verglichen. Es zeigte sich, dass wie zu erwarten eine gewisse Abdrift zu infizierten Larven auch in der Nachbarparzelle geführt hatte. Der Anteil toter Larven war zwar deutlich geringer, der Anteil von Larven, in denen Granulovirus (GV) nachgewiesen wurde, jedoch eher etwas größer (Tabelle 16). Außerdem zeigte sich ein deutlicher Unterschied bei der Mortalität der Puppen. Parasitierung war in beiden Fällen nicht vorhanden.

Tabelle 16: Adulte, tote Larven und Puppen in der ersten Frühjahrssammlung in den Anlagen (WH) 1 und 2 der Frühjahrsbehandlung sowie in der direkt angrenzenden Nachbaranlage beim ersten Sammeltermin am 16.4.02

Var.	WH	Falter	tote Puppe	Parasitiert	Tote Larve	tote Larve, GV nachg.	Sonstige	Anz. Larven
1	1	0,0	27,9	0,0	65,1	2,3	7,0	43
1	2	1,8	23,6	0,0	70,9	5,5	3,6	55
Nachbaranlage 1/1		63,9	5,6	0,0	27,8	8,3	2,8	36

Bei der zweiten Sommersammlung nach der ersten Capex-Behandlung in der Sommer- und der Dauerbehandlung zeigte sich ein eher höherer Anteil an Larven, bei denen GV nachgewiesen wurde, in der Frühjahrsvariante. In allen Varianten wurde einem großen Teil der toten Larven mit der mikroskopischen Methode kein GV nachgewiesen.

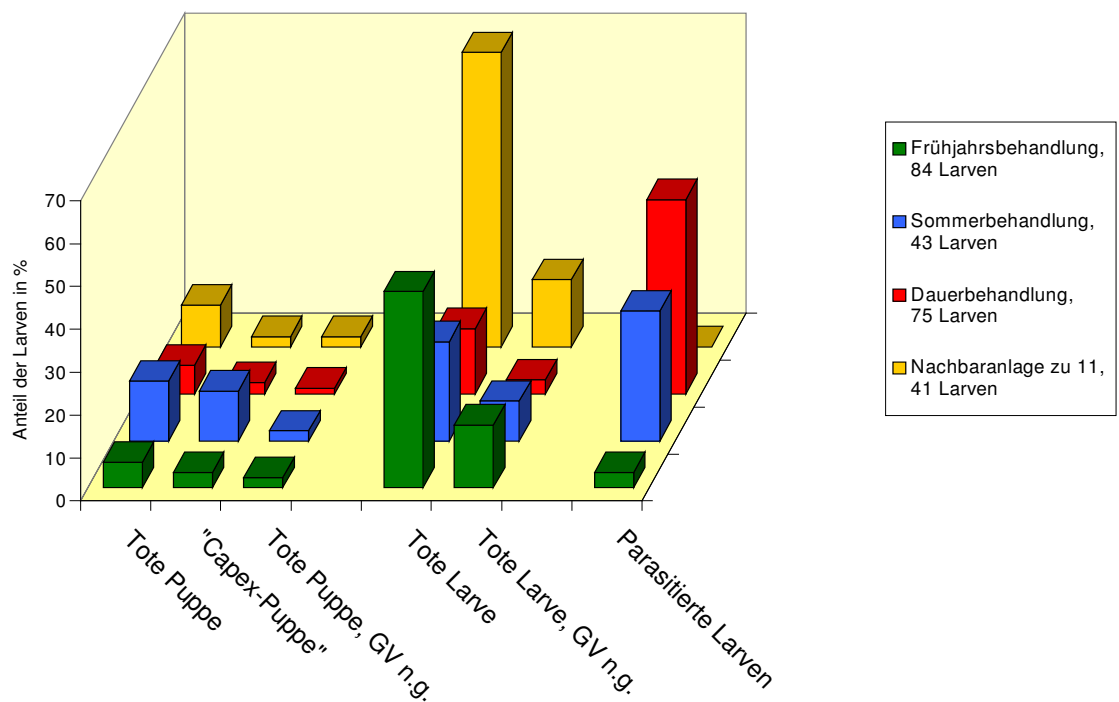


Abbildung 17: Prozentualer Anteil der toten Larven und Puppen (Gesamtzahl toter) sowie der toten Larven und Puppen, bei denen Granulovirus nachgewiesen werden konnte, sowie der parasitierten Larven in den verschiedenen Varianten bei der zweiten Sommersammlung am 8.7.02.

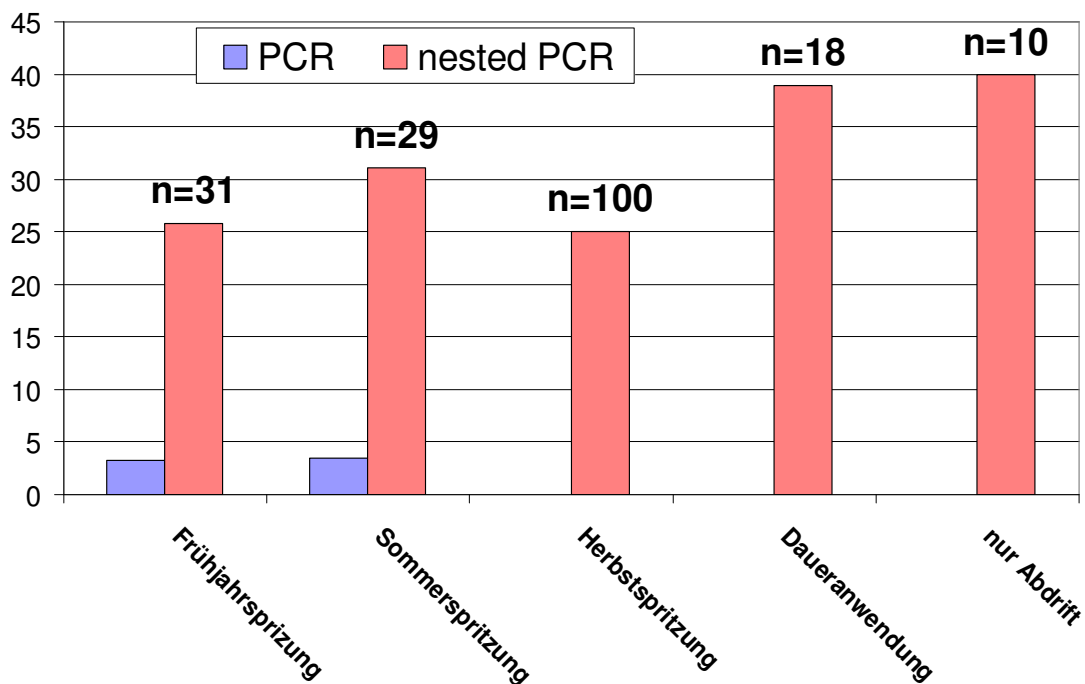


Abbildung 18: Anteil der infizierten Larven unter den toten Larven der Sammlung im Sommer 2003 bei Untersuchung mit nested und einfacher PCR in den verschiedenen Varianten

Auch in den Puppen, obwohl sie die charakteristischen Symptome aufwiesen, konnten keine Einschlußkörper des GV gefunden werden. Die Sommer- und die Dauervariante wiesen aber eine höhere Parasitierung auf. Diese beiden Varianten zeigten wieder eine höhere Puppen-Mortalität, wobei ein Teil aufgrund visueller Kriterien als „Capex-Puppe“ eingestuft wurde.

Bei der Sammlung im Sommer 2003 wurden in allen Varianten Larven gefunden, die mit der nested PCR positiv getestet wurden. Mit der normalen PCR wurden nur sehr wenige Larven positiv getestet, und diese ausschliesslich bei der Frühjahrs- und Sommerspritzung.

3.6 Vergleich Frühjahrsanwendung zu Anwendung im Frühjahr mit und ohne Zusatzbehandlung mit 1/10 Aufwandmenge im Sommer

Dieser Versuch konnte in einem MaBo-Betrieb, der 2002 stärkeren Befall mit Fruchtschalenwickler feststellte.

3.6.1 Methoden

Dieser Versuch wurde auf einer großen zusammenhängenden Fläche mit den Sorten Elstar und Jonagold durchgeführt. Die Anlage wurde in zwei Teilstücke mit jeweils beiden Sorten geteilt, die von einigen Birnenreihen getrennt waren. Im Frühjahr wurde auf beiden Flächen zweimal Capex mit 1/2 Aufwandmenge ausgebracht (18.4. und 22.4.03).

Im Sommer erfolgten bei einer Fläche nochmals zwei Behandlungen mit jeweils 1/10 Aufwandmenge (26.6. und 23.6.03).

Zur Kontrolle, wurde eine ca. 60 m weit entfernte Anlage desselben Betriebes mit den Sorten Cox Orange und Golden Delicious nicht mit Capex behandelt. Der Befall war hier niedriger, es handelte sich um andere Sorten und die Anzahl der gesammelten Larven war befallsbedingt wesentlich geringer. Die „Kontrolle“ ist daher nur als Orientierung zu verstehen.

In jeder Anlage erfolgte eine Befallsbonitur auf 2.000 bis 5.000 Blütenbüscheln im Frühjahr und 1.500 bis 2.500 Langtrieben im Sommer. Die Bonitur wurde immer vom gleichen Team (4-6 Personen) ausgeführt, das möglichst gleichmäßig auf die Anlage verteilt wurde, so dass immer mehrere Reihen erfasst werden konnten. Außerdem wurden noch zusätzlich Larven gesammelt. Mit der Sammlung wurde immer erst in den unbehandelten bzw. zu diesem Termin nicht behandelten Anlagen begonnen, um eine Kontamination möglichst auszuschließen. Die Larven wurden einzeln zusammen mit einem möglichst großen Blatt aus der Anlage direkt in Plastikdöschen gesammelt. 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 Untersuchung mittels PCR ans DLR Neustadt gebracht.

Bestimmt wurden aus der Sammlung außerdem die Parasitoide, sowie die Anzahl der geschlüpften Adulten und evtl. aufgetretene andere Wicklerarten.

Außerdem erfolgte eine Erntebonitur auf Fruchtschäden.

3.6.2 Ergebnisse

Die Anlagen im neu angelegten Versuch wiesen bei der Frühjahrsbonitur einen sehr hohen Befall auf (2,5 – 3,8 % der Triebe befallen).

Tabelle 17: Vergleich zweier Strategien zum Einsatz von Capex: Auswertung der gesammelten Larven des Fruchtschalenwicklers: Angaben in Prozent der gesammelten Larven. *vorläufige Bestimmung der Art

Datum		Beh. nur Frühjahr	Beh. Frühjahr und Sommer	„Kontrolle“
23.4.03	<i>Befallene Triebe in %</i>	3,8	2,5	1,4
	<i>Anzahl Larven ausgewertet</i>	46	34	19
	Adulte	2,2	2,9	5,3
	<i>T. striata</i>	23,9	11,8	63,2
	tote Larven	63,0	67,6	21,1
	tote Puppen	4,4	17,6	10,5
	tote Parasitoidenpuppen	6,5		
25.6.03	<i>Befallene Triebe in %</i>	2,5	1,1	0,9
	<i>Anzahl Larven ausgewertet</i>	93	95	16
	Adulte	9,7	9,4	12,5
	<i>T. striata</i>	64,5	64,2	68,6
	<i>C. florus*</i>			
	tote Larven	23,7	24,2	18,8
	tote Puppen	2,2	2,1	
2.7.03	<i>Befallene Triebe in %</i>	1,0	1,3	0,3
	<i>Anzahl Larven ausgewertet</i>	93	87	28
	Adulte	11,8	11,5	7,1
	<i>T. striata</i>	66,7	64,4	7,1
	<i>C. florus*</i>	1,1	1,1	7,1
	tote Larven	20,4	21,8	78,6
	tote Parasitoidenpuppen		1,1	

Die Parasitierung durch *Teleutaea striata* Grav. war relativ niedrig (Tabelle 17). Die höheren Werte in der Kontrolle sind für das Frühjahr ungewöhnlich und sollten bei der geringen Anzahl der Larven in dieser Variante nicht überinterpretiert werden.

In der Sommersammlung gab es keinen Unterschied zwischen den Varianten beim Prozentsatz der toten Larven. Durch die hohe Parasitierung von fast 70 % ist jedoch davon auszugehen, dass ein Teil des Befalls „maskiert“ wurde. Es ist bekannt (ANDERMATT, 1989; KIENZLE, 1995), dass *T. striata* und andere Parasitoide sich auch in virusinfizierten Larven vollständig entwickeln können. Im Spätsommer trat in dieser Anlage auch der Parasitoid *Colpoclypeus florus* Walker vereinzelt auf. Für die Wirkung der Virusbehandlung im Sommer kann aus diesen Daten geschlossen werden, dass keine direkte Erhöhung der Mortalität der Larven bewirkt wurde. Durch die hohe Parasitierung wurden Effekte der Sommerbehandlung, so vorhanden, vermutlich weitgehend neutralisiert. Bei der einfachen PCR-Untersuchung der toten Larven zeigte sich im Frühjahr nach der Behandlung ein relativ geringer Anteil positiv. Die verbleibenden Larven wurden jedoch zu einem großen Teil bei der nested PCR positiv getestet. Bei den Sommersammlungen, die ja nach der Spritzung erfolgten, war der Unterschied in der ersten Sammlung gering und erst in der zweiten Sammlung sichtbar.

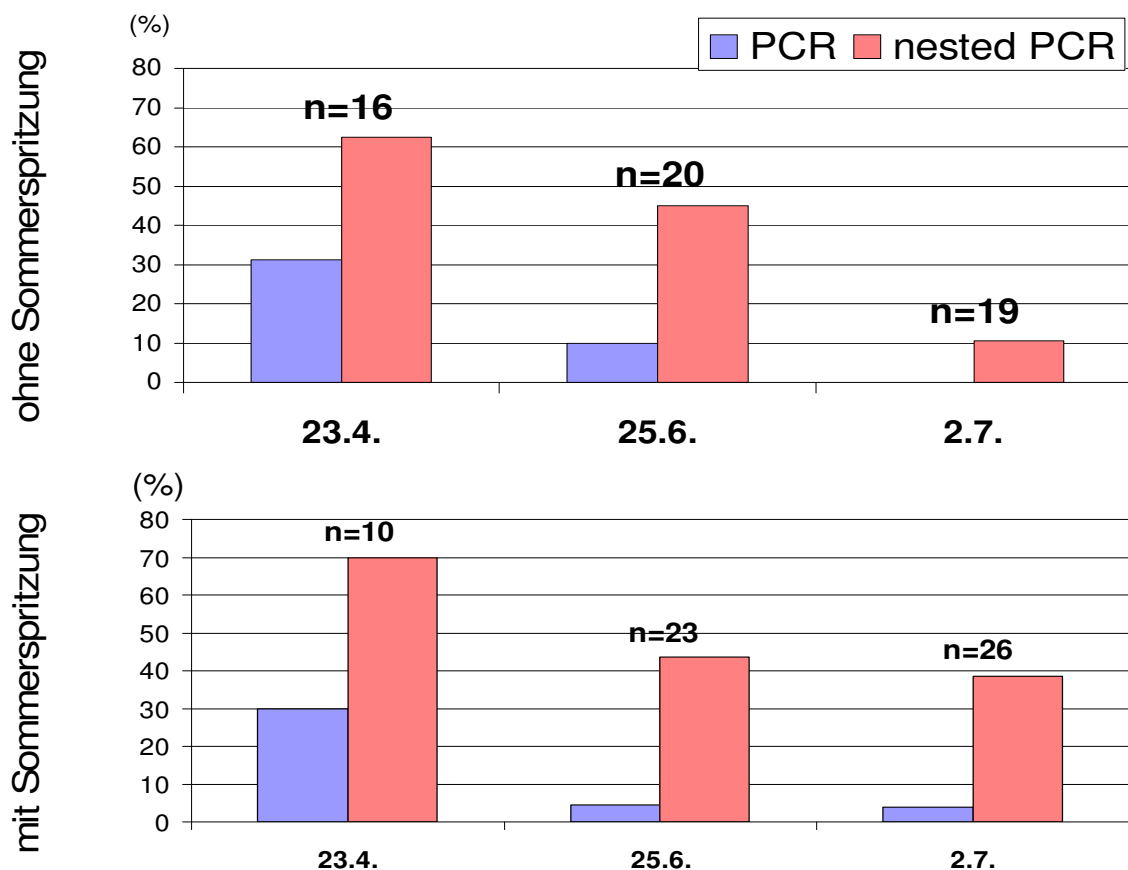


Abbildung 19: Anteil der infizierten Larven unter den toten Larven der Sammlung im Sommer 2003 bei Untersuchung mit nested und einfacher PCR mit und ohne Sommerbehandlung

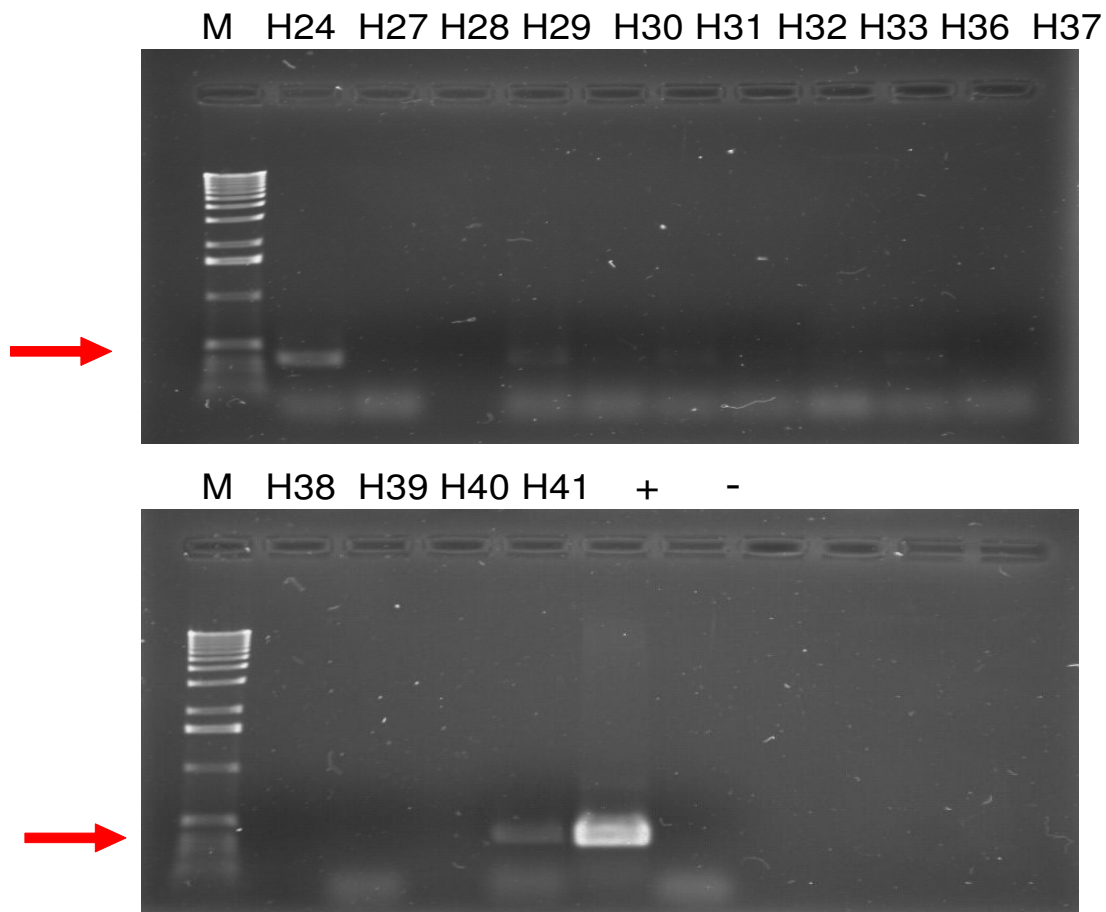
Bei der Erntebonitur lag in beiden Varianten der Fruchtschaden unter 1 %. Im Jahr 2004 konnten weder bei der Frühjahrs- noch bei der Sommerbonitur genügend Larven für eine Auswertung gefunden werden.

3.7 Vergleich von Anlagen, die schon länger mit Capex behandelt werden, mit Anlagen, wo Capex zum ersten Mal eingesetzt wird, bei relativ niedrigen Aufwandmengen

Zu dieser Fragestellung wurden zahlreiche Anlagenvergleiche durchgeführt. Es konnten jedoch bedauerlicherweise in keinem Fall genügend Larven für eine aussagefähige Auswertung gefunden werden, so dass hier keine Ergebnisse dargestellt werden können.

3.8 Untersuchung von Larven, sowie von Blattmaterial und Astproben aus einer langjährig mit Capex behandelten Anlage

In einer langjährig mit Capex behandelten Anlage wurde in einem Jahr nicht behandelt und dann Proben von Blättern, Ästen und Erde gezogen. Mittels eines Biotests im Labor mit frischgeschlüpften Larven, die auf das Material aufgesetzt wurden, sollte ermittelt werden, ob noch GV in der Anlage vorhanden ist.



Agarosegel der PCR-Produkte

Abbildung 20: Agarosegel der PCR-Produkte (+ = positive Probe)

Aufgrund von Problemen im Labor (Kontamination in der Kontrolle, Probleme bei der Probenweitergabe an die PCR-Untersuchung) sind diese Ergebnisse leider nicht auswertbar.

Von den Larven, die im Sommer 2003 aus dieser Anlage (im Frühjahr 2002 zum letzten Mal mit reduzierter Dosis behandelt) gesammelt wurden, wurden zwei der toten Larven positiv getestet (Abbildung 20).

3.9 Diskussion

Etwas überraschend und so nicht vorhersehbar waren die methodischen Probleme bei der Bestimmung der an GV gestorbenen Larven. In

Tabelle 16 zeigte die mit Capex behandelte Variante eine deutlich höhere Mortalität als die Kontrolle, nur wenige dieser Larven wiesen aber tatsächlich Einschlußkörper des GV auf, so dass dieser eindeutig als Todesursache diagnostiziert werden konnte. Auch die höhere Puppenmortalität in den Capex-Varianten konnte mit der mikroskopischen Untersuchung nicht auf GV zurückgeführt werden. Anfangs wurde dies auf eine Ungenauigkeit der verwendeten Methode zurückgeführt und diese durch die PCR-Analyse ersetzt. Hierbei zeigte sich das Phänomen der schwach infizierten Larven. Diese Tiere müssen nicht unbedingt an GV verendet sein, tragen das Virus aber offensichtlich in sich. Dieses Phänomen kann nicht durch eine reine orale Aufnahme weniger GV-Partikel verursacht werden. Es tritt ja auch in Anlagen auf, die in diesem Jahr gar nicht mit GV behandelt wurden.

Die Ergebnisse der nested PCR zeigen aber eindeutig, daß das Virus über längere Zeit in der Schalenwicklerpopulation persistiert. In welcher Form das Virus in den Larven vorliegt, und ob diese Persistenz eine Ursache für die Langzeitwirkung des Virus darstellt, kann zur Zeit noch nicht beurteilt werden und sollte weiteren Untersuchungen unterliegen, die im Rahmen dieses Projektes aber nicht möglich sind.

Die Ergebnisse könnten auch auf eine bisher nicht beachtete Bedeutung von latenten Virusinfektionen hinweisen. Dabei ist allerdings zu beachten, dass für die Untersuchungen auf mögliche Virusinfektionen nur die abgestorbenen Larven verwendet wurden. Eine Aussage über eine mögliche latente Infektion der gesamten Population kann daher nicht gemacht werden. Nach Vorliegen der Ergebnisse der nested PCR wurde noch einmal versucht, in Capex-behandelten Anlagen zu sammeln, um die Larven anschliessend alle durch Tiefgefrieren abzutöten und zu untersuchen. Leider waren die Populationen des Schalenwicklers in potentiell geeigneten Anlagen 2004 und 2005 so niedrig, dass eine ausreichende Zahl an Tieren nicht gesammelt werden konnte.

Da die Bedeutung der Ergebnisse der nested PCR nicht klar ist, können sie auch nur begrenzt zur Ermittlung einer optimalen Langzeitstrategie herangezogen werden. Die Frage, ob nach jahrelanger Anwendung von GV die Aufwandmengen reduziert werden können, da ein gewisser Langzeiteffekt eintritt, kann daher nicht abschliessend beantwortet werden. Eine Persistenz des Virus über eine oder zwei Generation in der Population ist bekannt (ANDERMATT, 1989,; KUMPMANN, 2002) und konnte hier erstmals flächendeckend in vielen verschiedenen Populationen auch bei niedrigen Populationen nachgewiesen werden. Da die Frühjahrspopulation in den meisten Varianten nur gering war, kann davon ausgegangen werden, dass der normalerweise für dieses Phänomen herangezogene Erklärung, die „Leichen“ der spät abgestorbenen virösen Larven würden für die Weiterverbreitung sorgen (HUBER, 1998), nicht alleine für die noch nach einem Jahr gefundene Präsenz des GV zwei Generationen nach der Anwendung ausreicht.

Thema der vorliegenden Untersuchungen war jedoch nicht, die Modalitäten der Persistenz zu untersuchen sondern, ob sie überhaupt in Anlagen mit niedriger Population erfolgt. Diese Frage konnte eindeutig positiv beantwortet werden.

Inwiefern die Persistenz jedoch eine quantitativ bedeutsame Rolle bei einer Langzeitstrategie spielt, so dass eine Reduzierung der Aufwandmenge mittelfristig möglich ist, kann nicht abschliessend beantwortet werden.

Im Hinblick auf die jetzt erstmals aufgetretene Minderempfindlichkeit gegenüber GV beim Apfelwicklergranulovirus ist eine starke Reduktion der Aufwandmenge auch unter Umständen neu zu bewerten.

Eine klare Empfehlung kann jedoch aufgrund der Ergebnisse für die Strategie zur Terminierung der Behandlungen gegeben werden.

Eine zusätzliche oder reine Sommeranwendung zeigte in den Untersuchungen keine wesentliche Verbesserung wie auch immer gearteter Langzeiteffekte, auch wenn im Sommer mehr Larven vorhanden sind, was theoretisch einen höheren horizontalen Effekt (mehr „Leichen“, d.h. mehr GV in der Anlage) bedeuten müsste. Dagegen gab es in einigermaßen intakten Anlagen im Sommer immer eine hohe Parasitierung. Da auch viröse Larven parasitiert werden und die meisten Parasitoide der am Bodensee häufigsten Art *Teleutaea striata* Grav. sich zu einem großen Teil in den virösen Larven noch entwickeln können, bedeutet die Behandlung zwar keinen Schaden für die Parasitoide. Umgekehrt wird aber der „Mortalitätsfaktor GV“ stark vom Mortalitätsfaktor Parasitierung überlagert, so dass der eigentliche Wirkungsgrad des GV relativ gering bleibt. Dagegen ist bei der Frühjahrsbehandlung eine deutlich niedrigere Parasitierung zu verzeichnen, so dass die Mortalität aufgrund des GV weitaus mehr ins Gewicht fällt. Aufgrund der hohen Parasitierung hat auch die Sommerbehandlung mit 1/10 Aufwandmenge kaum einen Effekt gebracht – weder bei der Mortalität noch beim „Durchseuchungsgrad“.

Auch die Herbstbehandlung erschien hinsichtlich der Langzeiteffekte nicht attraktiv.

Es kann daher für eine langfristige Strategie empfohlen werden, zwei Frühjahrsbehandlungen durchzuführen und dabei mindestens 25 ml/ha/mKh Capex einzusetzen. Zusätzliche Behandlungen im Sommer und im Herbst scheinen keine wesentlichen Verbesserungen des Effektes zu bewirken.

Eine Sommerbehandlung könnte nur dann sinnvoll sein, wenn ein akuter starker Befall auftritt zur direkten Bekämpfung.

3.10 Zitierte Literatur

- ANDERMATT, M. (1989): Die mikrobiologische Bekämpfung des Schalenwickler *Adoxophyes orana* F.v.R. mittels Granuloseviren. Diss. ETH Zuerich.
- HUBER, J. & DICKLER, E. (1976): Das Granulosevirus des Apfelwicklers: Seine Erprobung für die biologische Schädlingsbekämpfung. Zeitschrift fuer Angewandte Entomologie 82 (2): 143-147
- 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.
- KIENZLE, J.; LANGE, E.; TRAUTMANN, M.; SCHULZ, C.; KUMPMANN, S.; ALMATNI, W.; ZEBITZ, C.P.W. (2001): Four years experiences with tortricid control in apple orchards by mating disruption in the region of Lake Constance (Germany): Is combination with mating disruption a new chance for other biological methods? IOBC/WPRS Bull. 24/2: 13-22.
- KUMPMANN, S. (2002): Strategien zur Regulierung des Fruchtschalenwicklers *Adoxophyes orana* F.v.R. (Lepidoptera: Tortricidae) mit Kombinationen des Neem – Präparates NeemAzal-T/S und Entomopathogenen. Diss. Hohenheim, 2002.
- DICKLER, E. & HUBER, J. (1988) Das Apfelwickler-Granulosevirus im integrierten Obstbau: Von der Forschung zur Praxis. Gesunde Pflanzen 40, 225-228.
- STEINEKE, S. B. (2004). Populationsdynamik des *Cydia pomonella* Granulovirus. Dissertation Universität Mainz. 138 Seiten.
- STEINEKE, S. B., JEHL, J. A. (2004). Investigating the horizontal transmission of *Cydia pomonella* granulovirus in a model system. Biological Control 30, 538-545.

4 Schlußfolgerungen

Beim **Apfelschalenwickler** wird aufgrund der Ergebnisse aus diesem Projekt der den Betrieben empfohlen, für eine langfristige Strategie zwei Frühjahrsbehandlungen durchzuführen und dabei mindestens 25 ml/ha/mKh Capex einzusetzen. Zusätzliche Behandlungen im Sommer und im Herbst scheinen keine wesentlichen Verbesserungen des Effektes zu bewirken. Eine Sommerbehandlung könnte nur dann sinnvoll sein, wenn ein akuter starker Befall auftritt zur direkten Bekämpfung

Die Frage, ob bei mittel- bis langfristiger Anwendung eine Reduzierung der Aufwandmenge aufgrund einer Persistenz des GV in der Anlage und/oder in der Population möglich ist, kann aufgrund der aufgetretenen methodischen Probleme nicht abschliessend beantwortet werden. Eindeutig nachgewiesen werden konnte, dass eine Persistenz des GV auch in Anlagen mit niedriger Population und damit geringer Verbreitung des GV über den Weg der „Leichen“ toter Larven stattfindet. Inwiefern diese von quantitativer Bedeutung ist und damit eine Reduzierung der Aufwandmenge ermöglichen würde, konnte nicht geklärt werden. Im Hinblick auf die jetzt erstmals aufgetretene Minderempfindlichkeit gegenüber GV beim Apfelwicklergranulovirus (s. Projekt UM 022/1) ist eine starke Reduktion der Aufwandmenge auch unter Umständen neu zu bewerten.

Beim **Apfelwickler** konnte nachgewiesen werden, dass bei starkem Befallsdruck die generelle Anwendung von 1/10 Aufwandmenge auch bei der ersten Generation nicht ausreicht, um die Folgepopulation ausreichend zu unterdrücken. Auch bei geringem Befallsdruck birgt die Anwendung von 1/10 Aufwandmenge während wichtiger Schlupfperioden die Gefahr einer schleichenden Erhöhung des Befallsdrucks, so dass davon ebenfalls abgeraten wird.

Das entwickelte System, während der ersten Generation bei wichtigen Schlupfperioden höhere Aufwandmengen (25 ml Madex/ha/mKh) einzusetzen und in den Zwischenzeiten 1/10 Aufwandmenge als „Sicherheitsbehandlung“ bei der Fungizidspritzung zuzugeben, ist inzwischen in die breite Praxis übergegangen und wird erfolgreich angewendet.

Breit diskutiert wird die Frage, ob es bei wichtigen Schlupfperioden für die Wirkung von großer Bedeutung ist, das GV direkt zum Schlupfbeginn auszubringen oder ob es einer terminlich nahe gelegenen Fungizidbehandlung zugesetzt werden kann. Nach den hier erarbeiteten Ergebnissen scheint es bei nicht zu hohem Befallsdruck nicht so wichtig wie gedacht zu sein, wirklich optimal zu terminieren. Wird das GV einer Fungizidbehandlung einige Tage vor Schlupfbeginn zugesetzt, ist immer noch eine gute Wirkung vorhanden. Es könnte ökonomisch sinnvoller sein, die Kosten für die Extra-Behandlung durch eine höhere Aufwandmenge auszugleichen. Sogar Behandlungen, die etwas „zu spät“ liegen, haben noch einen Effekt auf die älteren Larven.

Auf Basis dieser Ergebnisse wurden noch keine Empfehlungen an die Praxis gegeben. Dies ist darauf zurückzuführen, dass im Projekt UM 022/1 eine Minderempfindlichkeit des Apfelwicklers gegenüber GV festgestellt wurde. Bis bekannt ist, welche Mechanismen dem zugrunde liegen, sollte alles vermieden werden, was in der Praxis zu einem nachlässigeren Umgang mit dem GV führen und somit zu einer Resistenzbildung beitragen könnte.

Der Versuch in der von einer Minderempfindlichkeit des Apfelwicklers gegenüber GV betroffenen Anlage im Jahr 2005 zeigt deutlich, dass mit höheren Aufwandmengen auch bei diesen Populationen noch höhere Effekte erzielt werden können. Eine punktgenaue Terminierung, die dazu führt, dass der Belag mit GV zu Schlupfbeginn einheitlicher und insgesamt höher ist, könnte wieder sehr wichtig und auch ökonomisch sinnvoll werden, da in diesem Fall andere Mengen im Spiel sind, so dass die Kosten der zusätzlichen Behandlung nicht unbedingt höher sind als die des Einsatzes einer höheren Aufwandmenge, die den Wirkungsverlust wieder ausgleicht.

5 Zusammenfassung

Das Projekt befaßte sich mit der Optimierung der Anwendung von Granuloviren beim Apfelwickler und beim Fruchtschalenwickler hinsichtlich der optimalen Einsatztermine und der optimalen Aufwandmengen. Dadurch sollte bei guter Wirkung ein möglichst kostengünstiger Einsatz erreicht werden.

Beim **Apfelschalenwickler** wird aufgrund der Ergebnisse aus diesem Projekt der den Betrieben empfohlen, für eine langfristige Strategie zwei Frühjahrsbehandlungen durchzuführen und dabei mindestens 25 ml/ha/mKh Capex einzusetzen. Eine zusätzliche oder reine Sommeranwendung zeigte in den Untersuchungen keine wesentliche Verbesserung wie auch immer gearteter Langzeiteffekte, auch wenn im Sommer mehr Larven vorhanden sind, was theoretisch einen höheren Effekt für eine horizontale Transmission (mehr „Leichen“, d.h. mehr GV in der Anlage) bedeuten müsste. Dagegen gab es in Anlagen, die nach den Gesichtspunkten des Integrierten Pflanzenschutz behandelt wurden, im Sommer immer eine hohe Parasitierung. Da auch viröse Larven parasitiert werden und die meisten Parasitoide der am Bodensee häufigsten Art *Teleutaea striata* Grav. sich zu einem großen Teil in den virösen Larven noch entwickeln können, bedeutet die Behandlung zwar keinen Schaden für die Parasitoide. Umgekehrt wird aber der „Mortalitätsfaktor GV“ stark vom Mortalitätsfaktor Parasitierung überlagert, so dass der eigentliche Wirkungsgrad des GV relativ gering bleibt. Dagegen ist bei der Frühjahrsbehandlung eine deutlich niedrigere Parasitierung zu verzeichnen, so dass die Mortalität durch das GV weitaus mehr ins Gewicht fällt. Auch die Herbstbehandlung erschien hinsichtlich der Langzeiteffekte nicht attraktiv.

Die Frage, ob bei mittel- bis langfristiger Anwendung eine Reduzierung der Aufwandmenge aufgrund einer Persistenz des GV in der Anlage und/oder in der Population möglich ist, kann aufgrund der aufgetretenen methodischen Probleme nicht abschliessend beantwortet werden. Eindeutig nachgewiesen werden konnte, dass eine Persistenz des GV auch in Anlagen mit niedriger Population stattfindet. Inwiefern diese von quantitativer Bedeutung ist und damit eine Reduzierung der Aufwandmenge ermöglichen würde, konnte nicht geklärt werden. Im Hinblick auf die jetzt erstmals aufgetretene Minderempfindlichkeit gegenüber GV beim Apfelwicklergranulovirus (s. Projekt UM 022/1) ist eine starke Reduktion der Aufwandmenge auch unter Umständen neu zu bewerten.

Beim **Apfelwickler** konnte nachgewiesen werden, dass bei starkem Befallsdruck die generelle Anwendung von 1/10 Aufwandmenge auch bei der ersten Generation nicht ausreicht, um die Folgepopulation ausreichend zu unterdrücken. Auch bei geringem Befallsdruck birgt die Anwendung von 1/10 Aufwandmenge während wichtiger Schlupfperioden die Gefahr einer schleichenden Erhöhung des Befallsdrucks, so dass davon ebenfalls abgeraten wird. Reduzierte Aufwandmengen von 25 ml/ha/mKh Madex reichen jedoch auch bei wichtigen Schlupfperioden und höherem Befallsdruck für eine Kontrolle der Folgepopulation in der ersten Generation aus.

Das entwickelte System, während der ersten Generation bei wichtigen Schlupfperioden höhere Aufwandmengen (25 ml Madex/ha/mKh) einzusetzen und in den Zwischenzeiten 1/10 Aufwandmenge als „Sicherheitsbehandlung“ bei der Fungizidspritzung zuzugeben, ist inzwischen in die breite Praxis übergegangen und wird erfolgreich angewendet.

Breit diskutiert wird die Frage, ob es bei wichtigen Schlupfperioden für die Wirkung von großer Bedeutung ist, das GV direkt zum Schlupfbeginn auszubringen oder ob es einer terminlich nahe gelegenen Fungizidbehandlung zugesetzt werden kann. Nach den hier erarbeiteten Ergebnissen scheint es bei nicht zu hohem Befallsdruck nicht so wichtig wie gedacht zu sein, wirklich optimal zu terminieren. Wird das GV einer Fungizidbehandlung einige Tage vor Schlupfbeginn zugesetzt, ist immer noch eine gute Wirkung vorhanden.

Es könnte ökonomisch sinnvoller sein, die Kosten für die Extra-Behandlung durch eine höhere Aufwandmenge auszugleichen. Auf Basis dieser Ergebnisse wurden noch keine Empfehlungen an die Praxis gegeben. Dies ist darauf zurückzuführen, dass im Projekt UM 022/1 eine Minderempfindlichkeit des Apfelwicklers gegenüber GV festgestellt wurde. Bis bekannt ist, welche Mechanismen dem zugrunde liegen, sollte alles vermieden werden, was in der Praxis zu einem nachlässigeren Umgang mit dem GV führen und somit zu einer Resistenzbildung beitragen könnte.

Ein Versuch in einer von einer Minderempfindlichkeit des Apfelwicklers gegenüber GV betroffenen Anlage im Jahr 2005 zeigte deutlich, dass mit höheren Aufwandmengen auch bei diesen Populationen noch höhere Effekte erzielt werden können. Eine punktgenaue Terminierung, die dazu führt, dass der Belag mit GV zu Schlupfbeginn einheitlicher und insgesamt höher ist, könnte wieder sehr wichtig und auch ökonomisch sinnvoll werden, da in diesem Fall andere Mengen im Spiel sind, so dass die Kosten der zusätzlichen Behandlung nicht unbedingt höher sind als die des Einsatzes einer höheren Aufwandmenge, die den Wirkungsverlust wieder ausgleicht.

6 Abstract

Topic of the research project was the optimization of timing and dosage of of granulovirus(GV)-application against codling moth (*Cydia pomonella* L.) and **summerfruit tortrix** (*Adoxophyes orana* F.v.R.) and its implementation into practice. The major aim was to reduce costs and to enhance efficacy as much as possible to achieve a maximum acceptance by the fruit growers.

Based on the results it is recommended to the growers to use the GV of the summerfruit tortrix with two treatments in spring with at least 25 ml/ha/m tree height of CAPEX 2 for a long term strategy. An additional or alternative application in summer did not show a considerable improve of possible long term effects even if in summer there are more larvae present, which theoretically should mean a higher effect of horizontal transmission (a higher number of dead larvae means more GV in the orchard). In summer, the parasitization was always high. Since virus infected larvae are also parasitized and most adults of the Ichneumonid *Teleutaea striata* Grav., the most frequent parasitoid in the region of Lake Constance, can develop in virus infected larvae. The treatment does not harm the parasitoids. Nevertheless, the mortality factor GV will interfere very much with the mortality factor parasitization, so that the real efficacy of GV remains very low. With the treatment in spring, however, the parasitization is low, so that the mortality due to GV is much more significant.

The question, if a reduction of the dosage of Gv is possible when it is continuously used over several years could not be answered definitely due to methodical problems in the analysis of the virus infected larvae. It could be shown that there is a persistence of GV even in orchards with low population density, although horizontal transmission is less important under these conditions. The importance of this persistence could not be quantified so that no clear recommendation for a reduction of the GV could be given. Considering the lower susceptibility of codling moth against GV that was stated first time in project UM 022/1 the reduction of the dosage may be considered generally in a different way.

For **codling moth** control it could be shown that the dosage of 10 % was not sufficient even with the first generation for population control. Even with low infestation there is a certain concern that population density will increase slowly when 10 % was used.

Thus, the use of 10 % during important hatching periods of the first generation is generally not recommended.

A system was developed to use higher dosage (25 ml/ha/m tree height of Madex) during important hatching periods and lower dosage (10 % = 10 ml/ha/m tree height of Madex) as a "safety treatment" during periods where few larvae are expected to hatch. This was introduced in practice and is successfully applied.

Widely discussed is the question, whether it makes sense, to apply GV separately as near as possible to the probable hatching period of the larvae or whether it is more useful to add it to the nearest fungicide treatment to the hatching period of the larvae.

Due to the results it seems not so important to apply really exactly to the hatching date. If GV is added to a fungicide treatment some day before hatching there is still a good efficacy. It could be economically more sensible to use the cost for the separate application to enhance the dosage of GV added to the fungicide treatment.

Based on these results there were still no recommendations to practice. This is due to the fact that in project UM 022/1 a lower susceptibility of some codling moth populations against GV was stated. Until its background is known, all recommendations that can lead growers to a careless use of GV should be avoided.

In 2005, a trial in an orchard with a codling moth population being less susceptible to GV revealed increased efficacy with a higher amount of GV. Nevertheless, about 50 ml/ha/m tree height was needed for better efficacy. Thus, the discussion of the "precise" treatments in the instant of hatching could be interesting again for such cases since the costs of a separate treatment could be lower than the cost of such a high amount of GV.

Anhang A: Ausführliche Tabellen zu 3.2.2.

Tabelle A1: Anzahl der ausgewerteten und befallenen Früchte in den verschiedenen Varianten am Standort Ludwigshafen

VARIANTE	Reihe	Anzahl Früchte	älterer Befall, abgestoppt			frischer Befall, abgestoppt			lebende Larven		
			sehr tief	tief	flach	sehr tief	tief	flach	frisch eingebohrt	ca. 1 Woche	ca. 10 Tage
"ZU FRÜH"	1	700			1				2		
	2	508			2			2			
	3	700									
	4	582			1						
	5	623			2						
	6	600									
	7	600			1			1			
	8	600									
	9	600									
	10	600									
	11	600			1			2			
	12	600						1	1		
	13	600			1			1			
GESAMT		7913	0	0	9	0	0	7	3	0	0
IN %			0	0,00	0,11	0,00	0,00	0,09	0,04	0	0
"GENAU"	1	700		3			1		1		
	2	508									
	3	700		2							
	4	582									
	5	623	1		1						
	6	600			2					1	1
	7	600			2				1		
	8	600									
	9	600									
	10	600			1			1			
	11	600			1			1			
	12	600						1			
	13	600									
GESAMT		7913	1	5	7	0	1	3	2	1	1
IN %			0,0126	0,06	0,09	0,00	0,01	0,04	0,03	0,0126	0,013
"ZU SPÄT"	1	700			1						
	2	508									
	3	700			2			1		1	
	4	582									
	5	623			2						
	6	600									
	7	600			1			1			
	8	600			1						
	9	600						2			
	10	600								1	
	11	600			1			1			
	12	600			1						
	13	600									
GESAMT		7913	0	0	9	0	0	5	0	2	0
IN %			0	0,00	0,11	0,00	0,00	0,06	0,00	0,0253	0

Tabelle A4: Anzahl der ausgewerteten und befallenen Früchte in den verschiedenen Varianten am Standort Schnetzenhausen

VARIANTE	Reihe	Anzahl Früchte	älterer Befall, abgestoppt			frischer Befall, abgestoppt			lebende Larven		
			sehr tief	tief	flach	sehr tief	tief	flach	frisch eingebohrt	Ca. 10 Tage	Ca 2 Wochen
"ZU FRÜH"	1	950	1	1	1					1	2
	2	1220	1	2	2	1					
	3	1050					1			2	
	4	755								1	1
GESAMT		3975	2	3	3	1	1	0	0	4	3
IN %			0,05	0,08	0,08	0,03	0,03	0,00	0,00	0,10	0,08
"ZU SPÄT"	1	810		1	1					2	1
	2	1215			1	1	4			7	8
	3	1050	1	1						5	2
	4	755		1			1				
GESAMT	1	3830	1	3	2	1	5	0	0	14	11
IN %			0,03	0,08	0,05	0,03	0,13	0,00	0,00	0,37	0,29

Tabelle A5: Anzahl der ausgewerteten und befallenen Früchte in den verschiedenen Varianten am Standort Kluffern

VARIANTE	Reihe	Anzahl Früchte	älterer Befall, abgestoppt			frischer Befall, abgestoppt			lebende Larven		
			sehr tief	tief	flach	sehr tief	tief	flach	frisch eingebohrt	Ca. 1 Woche	ca. 10 Tage
"ZU FRÜH"	1	1250									
	2	1100									
	3	1600		2			1		1		
	4	1100		1			2		1		
	5	1200		1			1				
	6	1600				1	4				
GESAMT		7850	0	4	0	1	8	0	2	0	0
IN %			0,00	0,05	0,00	0,01	0,10	0,00	0,03	0,00	0,00
"ZU SPÄT"	1	1250									
	2	1100		1						1	
	3	1600		3			1	1			
	4	1100		1							
	5	1200		1			1				
	6	1600		1			1				
GESAMT		7850	0	7	0	0	3	1	0	1	
IN %			0,00	0,09	0,00	0,00	0,04	0,01	0,00	0,03	

Tabelle A6: Anzahl der ausgewerteten und befallenen Früchte in den verschiedenen Varianten am Standort Unterteuringen

VARIANTE	Reihe	Anzahl Früchte	frischer Befall, abgestoppt			lebende Larven		
			sehr tief	tief	GESAMT	frisch eingebohrt	noch nicht im Kern	im Kern angekommen
"ZU FRÜH"	1	500		1				
	2	500		1			1	1
	3	500		4				
	4	500		5		1	1	
	5	500		4		1	2	1
GESAMT		2500	0	15	15	2	4	2
IN %			0,00	0,6	0,6	0,04	0,08	0,04
"GENAU"	1	500		8				
	2	500		5				1
	3	500		1			1	
	4	500	1					
	5	500	1	1			1	1
GESAMT		2500	2	15	17		2	2
IN %			0,04	0,6	0,68	0,00	0,04	0,04
"ZU SPÄT"	1	500		3				1
	2	500		2				1
	3	500	1	3		1		
	4	500	1	1				2
	5	500		5		1		
GESAMT		2500	2	14	16	2	0	4
IN %			0,04	0,56	0,64	0,04	0,00	0,08