

Der Effekt von Diflubenzuron auf die Metamorphose von *Sparganothis pilleriana* Den et Schiff ¹

Von

Alfred Dieter

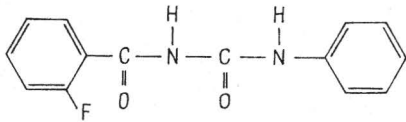
Mit 1 Abbildung und 5 Tabellen

(Eingegangen am 15. März 1977)

1. Einleitung

Die Bestrebungen, die bisher gebräuchlichen Insektizide auf Phosphorester-, Carbamat- und Chlorkohlenwasserstoffbasis durch ungiftige und umweltfreundlichere zu ersetzen, führten zur Synthese von Substanzen, die in den Entwicklungszyklus von Insekten störend eingreifen. Einmal sind dies Juvenilhormone, wie Neotenin, und zum anderen Fertilitätshemmer, wie Östrogen und das Häutungshormon Ecdyson. In jüngster Zeit entdeckte man in den Niederlanden, daß bestimmte Harnstoffverbindungen die Metamorphose von Lepidopteren, Coleopteren und Dipteren hemmen bzw. völlig zum Stillstand bringen.

Ein Pflanzenbehandlungsmittel auf der Basis eines solchen, die Metamorphose hemmenden Wirkstoffes ist in der BRD bereits zur Bekämpfung von Forstschädlingen amtlich zugelassen. Es handelt sich hierbei um Diflubenzuron (Handelsname Dimilin), das von Philips-Duphar, Amsterdam, entwickelt wurde. Die chemische Bezeichnung lautet: 1-(4-chlorophenyl)-3-(2,6-difluorbenzyl)-Harnstoff, die Bruttoformel $C_{14}H_{10}ClF_2N_2O_2$; die Strukturformel wird so dargestellt:



Der Abbau des Wirkstoffes und seiner Metaboliten im Boden vollzieht sich rasch. Die Halbwertszeit beträgt etwas weniger als 4 Wochen, wobei bestimmte Bodenmikroben die C-N-Bindungen zerstören. Dadurch ist der reine Wirkstoff in Tonböden, Lehm- und sandigen Lehmböden nach 2 Wochen zur Hälfte abgebaut. Auf der Pflanze hingegen geht der Abbau langsamer vonstatten, da Diflubenzuron weitgehend UV-stabil ist. Eine systemische bzw. lokalsystemische Wirkung liegt dagegen nicht vor. Die Toxizität des Wirkstoffes ist außerordentlich gering. So beträgt die LD_{50} bei Mäusen oral verabreicht nur 4,640 mg/kg, intraperitoneal immerhin 2 150 mg/kg, perkutan bei Kaninchen liegt der Wert bei 2 000 mg/kg. Umgerechnet auf die 25%ige Spritzpulverformulierung liegen diese Werte entsprechend höher, nämlich 10 000 mg/kg für die orale Aufnahme und 18 560 mg/kg für die perkutane.

Offensichtlich ist die Umweltfreundlichkeit von Diflubenzuron. Es ruft bei Warmblütern weder mutagene Veränderungen noch teratogene Effekte hervor. Auch die Vitalität von Fischen wird nicht nachteilig beeinflusst.

¹ Herrn Prof. Dr. J. O. Hüsing zum 65. Geburtstag gewidmet.

Auf die Imagines von Honigbienen hat Diflubenzuron keine toxische Wirkung, ob nun die Bienen direkt vom Spritzstrahl bzw. Sprühnebel getroffen werden oder ob sie mit dem Wirkstoff kontaminierte Blüten aufsuchen. Die Larven von *Apis mellifica* sind dagegen sehr empfindlich, was aus dem nachstehend beschriebenen Wirkungsmechanismus des Wirkstoffes erklärlich ist. Dringt nämlich der Wirkstoff auf irgend einem Weg direkt in die Brutwaben, so unterbleibt entweder die nächstfolgende Häutung der Larven oder gar ihre Verpuppung. Schließlich sterben solche „steckengebliebene“ Larven ab.

Der Wirkungsmechanismus von Diflubenzuron beruht nach Nölle, van Busschbach und Verloop (1975) auf einer Störung der Chitinsynthese, wobei der Wirkstoff nicht von außen durch die Körperdecke in das Körperinnere dringen kann, sondern er muß oral, d. h. mit der Nahrung aufgenommen werden. Diflubenzuron besitzt also ausschließlich Fraßgiftwirkung und daher keine Wirkung auf saugende Insekten. Bei Larven beißender Insekten, die Diflubenzuron mit der Nahrung aufgenommen haben, ist die normale Ausbildung der Endocuticula gestört. Endocuticuläre und epicuticuläre Gewebe verbinden sich nicht mehr, die Bildung der neuen Larvenhaut kurz vor der nächsten Häutung ist unvollständig. Die Einlagerung von Chitin unterbleibt, weil Diflubenzuron die Chitinaseausschüttung stark erhöht, wodurch Chitin statt auf- sogar abgebaut wird. Die unvollständig ausgebildete neue Cuticula, in der kaum Chitin eingelagert ist, ist nicht in der Lage, den Muskelkontraktionen und dem steigenden Turgor während des Häutungsvorganges standzuhalten. Die Larven sind dadurch unfähig, die Exuvie abzustreifen. Statt dessen steigt der Turgor der Körpersäfte weiter an, und die Cuticula platzt, so daß die Körperflüssigkeit anal austritt. Schließlich sterben sie ab.

2. Versuchsdurchführung

2.1. Material und Methode

In den Jahren 1974, 1975 und 1976 wurden mit einem Diflubenzuron-Präparat sowohl im Freiland als auch im Labor entsprechende Versuche angestellt. Versuchsobjekte waren Larven des Springwurmes (*Sparganothis pilleriana* Den. et Schiff.), eines mehr oder minder gefährlichen Rebenschädlings (Abb. 1). Die Anwendungskonzentrationen variieren in den einzelnen Versuchsjahren, da anfangs erst einmal die wirksamste ermittelt werden mußte (Tab. 1).

Tabelle 1. Anwendungskonzentrationen von Diflubenzuron

Versuchsjahr	Versuchsart	Anwendungskonzentration in ‰		
		1	2	3
1974	Freiland	0,1	0,15	0,2
	Labor	0,1	0,15	0,2
1975	Freiland	0,08	0,1	0,15
	Labor	0,08	0,1	0,15
1976	Freiland	—	0,1	0,15
	Labor	—	0,1	0,15

Die Freilandversuche waren stets in solchen Weinbergen angelegt worden, die einen einheitlich stärkeren bis wenigstens mittleren Befall aufwiesen. Da im Weinbaugebiet Franken die einzelnen Rebstöcke allgemein mit 1,60 m Zeilenabstand und in



Abb. 1. Falter des Springwurmwicklers *Sparganothis pilleriana* Den. et Schiff.

der Zeile mit 1,40 m Abstand stehen, wurden für jede Parzelle 60 Stöcke in 4 Rebzeilen vorgesehen. Jede Variante lag in dreifacher Wiederholung vor. Ausgewertet wurden jedoch immer nur die beiden mittleren Rebzeilen, mithin 30 Rebstöcke.

Die Behandlungen erfolgten 1974 in einer, ab 1975 in zwei Varianten, und zwar in der ersten nur eine Applikation von Diflubenzuron, in der anderen zwei im Abstand von etwa 8 Tagen. Ausgebracht wurde das fertigformulierte 25%ige Diflubenzuron-Präparat mit einem Motorrückensprüngerät System „Solo“ in jeweils dreifacher Konzentration. Der erste Behandlungstermin lag in der ersten Maihälfte, der zweite dann, wie oben angegeben, entsprechend später. Die Bonitur wurde kurz vor dem Abwandern der ersten Raupen zur Verpuppung durchgeführt, das war in etwa 2 bis 3 Wochen nach der Applikation.

Für alle Laborversuche wurden Insekten-Zuchtkäfige mit folgenden Ausmaßen verwendet: Höhe 30 cm, Breite 30 cm und Tiefe 25 cm. Um feststellen zu können, welches Larvenstadium am empfindlichsten auf Diflubenzuron reagiert, waren ab 1975 in jeden Käfig 30 Larven immer nur eines bestimmten Stadiums gesetzt worden. Die Fütterung erfolgte mit frischem Reblaub. Für die erste Futtergabe entnahmen wir das Laub von Rebstöcken, die unmittelbar vorher mit jeweils 0,5 l Diflubenzuron in Konzentrationen von 0,08 %, 0,1 %, 0,15 % und 0,2 % in wäßriger Suspension behandelt worden waren. Die Applikation der Suspension erfolgte mit einer Handspritze. Für alle weiteren Fütterungen wurde nur noch unbehandeltes Reblaub gegeben. Die Vergleichsserien erhielten ausschließlich unbehandeltes.

Die Nachschau erfolgte zum ersten Mal nach drei Tagen, dann jeweils nach einer, zwei, drei und abschließend nach vier Wochen. Dabei wurden jedesmal die Toten den Käfigen entnommen, fotografiert und im Kühlschrank für weitere Untersuchungen aufbewahrt.

2.2. Versuchsbedingungen

Sparganothis pilleriana Den. et Schiff., der Springwurmwickler, bildet bei uns immer nur eine Generation. Falterflug und Begattung finden im August statt, und die Eier werden an den Rändern der Rebblätter in Platten abgelegt. Nach etwa 2 bis 3 Wochen, je nach Temperatur und Luftfeuchtigkeit, schlüpfen die 1,5 mm langen Eiräupchen. Kurz nach dem Schlüpfen lassen sich diese, ohne vorher Nahrung aufgenommen zu haben, an einem Gespinstfaden fallen und verkriechen sich sofort ringsum in der Rinde des Stämmchens. Dort bevorzugen sie die oberen Teile. Vom August bis April verharren die Räupchen dann in ihren Winterverstecken. Das Abwandern aus diesen beginnt ab Mitte April. Zwischen dem Erscheinen der ersten und der letzten Räupchen vergehen stets einige Wochen. Nach Voukassovitch (1924) und Stellwaag (1928) kommen als Gründe hierfür die ungleiche Erwärmung der Rebenstämmchen und die ungleiche Feuchtigkeit in der Nähe der Winterverstecke in Betracht. Die an der nach Süden exponierten Seite des Stämmchens befindlichen Räupchen verlassen infolge der hier herrschenden günstigeren mikroklimatischen Verhältnisse als erste die Winterverstecke, und die an der nach Norden weisenden Seite erscheinen viel später auf den oberen Teilen des Rebstockes. Dort zerfressen die Räupchen die Blätter und zum Teil auch die Blütenrispen, die „Gescheine“, wobei sie ständig die Fraßobjekte verspinnen.

Die emsige Aufnahme von hohen Nahrungsmengen bewirkt ein rasches Wachstum der Raupen. Bereits sechs bis acht Tage nach Fraßbeginn haben sie eine Länge von 2,5 bis 3 mm erreicht und häuten sich zum ersten Male. Nach einer weiteren Frist von etwa acht Tagen erfolgt die zweite Häutung der nun 5 bis 6 mm langen L II. Bis zur dritten Häutung verstreicht eine ähnlich lange Frist, und die L III ist inzwischen 10 bis 11 mm lang geworden. Die 13 bis 15 mm lange L IV häutet sich bereits nach fünf bis 6 Tagen zur L V, die kurz vor der Verpuppung auf 20 mm heranwächst. Die Verpuppung erfolgt in bereits vom letzten Larvenstadium zusammengesponnenen Blattwickeln, wobei die Raupen vorher den Blattstiel annagen, so daß die Wickel nach unten hängen.

Auf unseren Freiland-Versuchsflächen stellten wir 1974 bereits am 12. April die ersten Räupchen an den oberen Teilen der Rebstöcke fest, die letzten, also die von der Nordseite der Stämmchen erschienenen, aber erst am 23. Mai, mithin 6 Wochen später. Der Grund hierfür ist in den starken Temperaturschwankungen während dieser Zeitspanne zu suchen. Während die Temperaturen vom 11. April bis 15. April immer über 15 °C lagen, sanken sie zwischen dem 16. und 20. April unter 8 °C ab, wobei nachts

bis -1°C gemessen wurden. Die nächste kalte Periode lag zwischen dem 25. und 28. April mit Tagestemperaturen unter 10°C und nachts unter 2°C . Zuletzt sanken die Temperaturen unter 10°C am Tage bzw. 5°C nachts zwischen dem 6. und 10. Mai. In den kühlen Zeitspannen verlief kein Winterräupchen mehr das Versteck.

Im Jahre 1975 zog sich die Migration nur knapp über 4 Wochen hin. Die ersten Räupchen wurden am 19. April beobachtet, die letzten verließen am 16. Mai die Winterquartiere. Die kühlen Perioden dazwischen waren relativ kurz. Die Tagestemperaturen sanken nur zwischen dem 25. und 27. 4. unter die 10°C -Marke mit Nachtabsenkungen auf $1,5^{\circ}\text{C}$. Am 3. und 4. 5. wurden nochmals unter 10°C gemessen, nachts $4,5^{\circ}\text{C}$. Die letzte Abkühlung war am 12. 5. mit $7,5^{\circ}\text{C}$ Tagesmittel und $0,9^{\circ}\text{C}$ Nachttemperatur. Entsprechend war 1975 der Infektionsdruck hoch.

Ungünstig waren die Migrationsbedingungen für die überwinterten Räupchen in 1976. Das Verlassen der Winterverstecke begann am 15. April und zog sich bis zum 28. Mai hin, das sind mehr als 6 Wochen. Kurz nach Wanderungsbeginn sanken die Tagestemperaturen von vorher 12 bis 16°C auf unter 5°C ab mit Nachtfrösten bis zu $-4,5^{\circ}\text{C}$. Dieser Kälteeinbruch währte vom 22. 4. bis zum 4. 5. 1976. Noch einmal sank die Temperatur am 13./14. 5. und am 21./22. 5. unter 10°C ab. Die längste Unterbrechung der Migration lag zwischen dem 22. 4. und dem 4. 5. 1976, also rund zwei Wochen. Der Infektionsdruck war dann auch entsprechend niedrig, weil die natürliche Mortalitätsrate relativ hoch lag.

Für die Laborversuche ließ sich das Raupenmaterial im Freiland leicht beschaffen. Infolge der oben dargestellten Gründe kamen Mitte bis Ende Mai alle Larvenstadien nebeneinander vor. Die Versuche wurden deshalb immer erst Ende Mai/Anfang Juni angesetzt.

Die Temperatur entsprach der im Labor herrschenden. Diese schwankte zwischen 22 und 25°C . Die für die normale Entwicklung der Raupen optimale Luftfeuchtigkeit liegt nach Voukassovitch (1924) zwischen 70 und 85 %. Daher wurde diese mit Hilfe von jeweils in die Käfige eingelegte Filterpapierbögen (Ederol Nr. 108), die entsprechend feucht gehalten wurden, zwischen 75 bis 85 % stabilisiert.

3. Versuchsergebnisse

3.1. Freilandversuche

Die Applikation des Diflubenzuron-Präparates im Freiland erfolgte stets im Vergleich mit den herkömmlichen Insektiziden Parathion-Öl (Konz. 0,5 %), Methyl-Parathion (Konz. 0,05 %), Methidathion (Konz. 0,1 %), Acephat (Konz. 0,1 %) und schließlich ein *Bacillus-thuringiensis*-Präparat (Konz. 0,1 %).

Mit Ausnahme des Parathion-Öles erfolgten die Behandlungen jeweils Anfang bis Mitte Mai. Parathion-Öl als reines Austriebsspritzmittel wurde stets zum Zeitpunkt des Knospenschwellens, das ist Mitte April, ausgebracht.

Das Diflubenzuron-Präparat war 1974 nur einmal, und zwar am 20. Mai, appliziert worden.

Im Jahre 1975 dagegen wurde die einmalige Applikation mit einer zweimaligen verglichen. Die erste erfolgte am 9. Mai, die zweite am 16. Mai in der Variante, wo dies vorgesehen war. In 1976 lagen die Behandlungstermine für die erste am 11. Mai und der zweite für die doppelte Applikation am 18. Mai.

Die in den drei Versuchsjahren erzielten Ergebnisse sind in Tab. 2 dargestellt.

Als wirksamstes Insektizid erwies sich Acephat (Handelsname Orthen). Wenigstens über 75 % Wirkungsgrad erreichte noch Methyl-Parathion, während Parathion-Öl und Methidathion (Handelsname Ultracid 40) in allen Versuchsjahren gar nicht so überzeugten.

Tabelle 2. Wirkung von Diflubenzuron gegen die Larven von *Sparganothis pilleriana* Schiff. im Vergleich zu konventionellen Insektiziden (Freilandversuche)

Insektizid	Versuchsjahr	Konzentration in %	Anzahl der leben- Raupen (30 Stöcke)	Wirkungs- grad nach Abbott in %	Phytotoxi- zität (1 bis 9)
unbehandelt	1974	—	348	—	—
	1975	—	192	—	—
	1976	—	99	—	—
Diflubenzuron	1974	0,1	132	62,07	0
		0,15	96	72,41	0
		0,2	45	87,07	0
Diflubenzuron 1 Applikation 2 Applikationen	1975	0,15	108	43,75	0
		0,15	60	68,75	0
		0,15			
Diflubenzuron 1 Applikation 2 Applikationen	1976	0,15	55	44,44	0
		0,15	24	75,76	0
		0,15			
Parathion-Öl	1974	0,5	93	73,27	1
Parathion-Öl	1975	0,5	80	58,33	0
Methyl-Parathion	1974	0,05	74	78,73	0
	1975	0,05	44	77,08	0
	1976	0,05	17	82,83	0
Methidathion	1974	0,1	82	76,44	0
	1975	0,1	72	62,50	0
	1976	0,1	30	69,70	0
Acephat	1974	0,1	16	95,40	0
	1975	0,1	14	92,71	0
	1976	0,1	6	93,94	0
Bacillus thuringiensis	1975	0,1	55	71,35	0
	1976	0,1	43	56,57	0

Diflubenzuron war 1974 nur in der Konzentration von 0,2 % noch befriedigend wirksam. In den Varianten mit 0,1 % und 0,15 % fraßen die Raupen noch sehr lange Zeit, ehe ein mehr oder minder großer Teil davon abstarb. Da aber die Konzentration 0,15 % etwas wirtschaftlicher ist als die mit 0,2 %, waren ab 1975 nur die 0,15 % in den 2 Applikationsvarianten geprüft worden. Es zeigte sich aber, daß eine einmalige Applikation nicht immer ausreicht, eine zweimalige gerade noch. Bei einer zufälligen Nachschau fünf Wochen nach der regulären Bonitur, zeigte es sich, daß sich nur sehr wenige Raupen verpuppt hatten und auch die Mortalitätswerte erheblich höher lagen. Der Fraßschaden hatte allerdings ebenfalls noch etwas zugenommen.

3.2. Käfigversuche im Labor

Im Versuchsjahre 1974 wurden zunächst wahllos je Variante 70 Raupen aller Larvenstadien am 6. Juni eingekäfigt und zunächst mit unbehandeltem frischen Reblaub angefüttert. Zwei Tage später bestand die Futtergabe aus mit Diflubenzuron behandeltem Reblaub, natürlich mit Ausnahme der Kontrolle. Das folgende Futter war jedoch in allen Käfigen wieder unbehandelt. Das Ergebnis des Versuches war nicht gerade befriedigend (Tab. 3).

Tabelle 3. Wirkung von Diflubenzuron auf ein Gemisch aller Larvenstadien von *Pilleriana sparganothis* (Versuchsbeginn 8. Juni 1974)

Konzentration von Diflubenzuron	Zustand der Raupen													
	Versuchs- beginn		nach 3 Tagen		nach 10 Tagen		nach 20 Tagen		Puppen	nach 30 Tagen		Puppen	Fraqdauer der Raupen in Tagen	
	lebend	tot	lebend	tot	lebend	tot	lebend	tot		lebend	tot			
0,1 %	70	0	70	0	70	0	60	10	0	40	30	0	25	
0,15 %	70	0	70	0	70	0	50	20	0	20	50	0	16	
0,2 %	70	0	70	0	70	0	50	20	0	15	55	0	16	
unbehandelt	70	0	70	0	70	0	60	0	10	10	0	60	27	

Noch 16 Tage nach der Fütterung mit Diflubenzuron-Laub wurde starke Fraßtätigkeit bei den Konzentrationen 0,15 und 0,2 % beobachtet. Erst nach 20 Tagen begannen die ersten Raupen abzusterben, während die lebenden noch immer Nahrung aufnahmen. Nach 30 Tagen hört der Fraß schließlich auf.

Der Versuch wurde am 12. Juli 1974 abgebrochen, als sich im unbehandelten Kontrollkäfig sämtliche Raupen verpuppt hatten. Trotzdem lebten zu diesem Zeitpunkt in den Varianten 0,1 % Diflubenzuron immer noch 40 %, bei 0,15 noch 20 % und in der mit 0,2 % rund 15 % der Raupen. Alle hatten jedoch Chitinefekte und waren daher nicht voll vital.

Ab 1975 wurden die einzelnen Larvenstadien zu je 30 Raupen getrennt gekäfigt, wobei jedoch für jedes Stadium wiederum nach der zu verabreichenden Diflubenzuron-Konzentration scharfe Trennungen erfolgten. Aus wirtschaftlichen Gründen liefen wir allerdings 1975 die Konzentration 0,2 % fallen, prüften aber dafür 0,08.

Die Versuchsreihe wurde am 22. Mai angesetzt. Im Gegensatz zu 1974 erfolgt die erste Fütterung bereits mit behandeltem Reblaub, alle folgenden wieder mit unbehandeltem.

Die Ergebnisse der Versuche sind Tab. 4 zu entnehmen.

Nach drei Tagen war die Nahrungsaufnahme in allen Varianten noch sehr intensiv. Doch eine Woche nach der Diflubenzurongabe wurden interessante Beobachtungen gemacht. Sämtliche L I waren bei den Konzentrationen 0,15 % und 0,1 % abgestorben, nicht dagegen bei 0,08 %. Bei den L II stieg der Totenfall erst nach 2 Wochen bei 0,15 % und 0,1 % auf über 75 %. Erst nach 4 Wochen erreichte die Mortalität 100 %, also für praktische Belange viel zu spät, zumal der Fraß wenigstens 2 Wochen intensiv fortgesetzt wird.

Bei den L III dagegen waren alle Konzentrationen noch von geringem Erfolg. Es hatten sich bei 0,15 % eine und bei 0,1 % zwei, wenn auch teratogene Puppen gebildet.

Tabelle 4. Wirkung von Diflubenzuron auf einzelne Larvenstadien von *Sparganothis pilleriana* (Versuchsbeginn 22. 5. 1975)

Konzentration von Diflubenzuron	behandeltes Larvenstadium	Zustand der Raupenstadien															
		Versuchs- beginn		nach 3 Tagen		nach 7 Tagen		nach 14 Tagen		nach 21 Tagen		nach 28 Tagen			Fragdauer in Tagen		
		lebend	tot	lebend	tot	lebend	tot	lebend	tot	lebend	tot	Puppen	lebend	tot		Puppen	lebende Falter
0,08 %	L I	30	0	30	0	30	0	8	22	0	30	0	0	30	0	0	12
	L II	30	0	30	0	30	0	30	0	24	6	0	2	28	0	0	24
	L III	30	0	30	0	30	0	18	12	18	12	0	2	26	2	0	21
	L IV	30	0	30	0	30	0	17	13	16	13	1	6	21	2	1	21
0,1 %	L I	30	0	30	0	28	2	10	20	0	30	0	0	30	0	0	14
	L II	30	0	30	0	30	0	27	3	24	6	0	2	28	0	0	25
	L III	30	0	30	0	26	4	15	15	14	16	0	0	28	2	0	21
	L IV	30	0	30	0	28	2	16	14	14	16	0	0	28	1*	1	21
0,15 %	L I	30	0	30	0	11	19	0	30	0	30	0	0	30	0	0	8
	L II	30	0	30	0	19	11	8	22	5	25	0	2	28	0	0	12
	L III	30	0	30	0	23	7	11	19	4	26	0	0	27	2*	0	14
	L IV	30	0	30	0	24	6	15	15	9	21	0	2	23	4*	1	18
unbehandelt	L I	30	0	30	0	30	0	30	0	30	0	0	29	0	1	0	27
	L II	30	0	30	0	30	0	30	0	30	0	0	26	0	4	0	26
	L III	30	0	30	0	30	0	30	0	29	0	1	26	0	3	1	26
	L IV	30	0	30	0	30	0	30	0	28	0	2	23	0	5	2	26

* Die meisten Puppen tot.

Tabelle 5. Wirkung von Diflubenzuron auf einzelne Larvenstadien von *Sparganothis pilleriana* (Versuchsbeginn 5. Juni 1976)

Konzentration von Diflubenzuron	behandeltes Larvenstadium	Zustand der Raupen															
		Versuchs- beginn		nach 3 Tagen		nach 7 Tagen		nach 14 Tagen		nach 21 Tagen		nach 28 Tagen		Puppen	lebende Falter	Fragdauer in Tagen	
		lebend	tot	lebend	tot	lebend	tot	lebend	tot	lebend	tot	lebend	tot				
0,1 %	L I	30	0	24	6	12	18	8	22	3	27	0	0	30	0	0	12
	L II	30	0	30	0	24	6	21	9	12	18	0	0	30	0	0	21
	L III	30	0	30	0	21	9	11	19	2	19	9	0	20	9*	1	14
	L IV	30	0	30	0	21	9	18	12	5	15	10	0	16	10*	4	18
0,15 %	L I	30	0	24	6	10	20	6	24	2	28	0	0	30	0	0	10
	L II	30	0	24	6	18	12	18	12	4	12	14	0	14	6	10	14
	L III	30	0	23	7	18	12	9	21	0	21	9	0	21	8*	1	12
	L IV	30	0	30	0	16	14	15	15	3	18	9	0	18	9*	3	18
unbehandelt	L I	30	0	30	0	30	0	27	3	27	3	0	27	3	0	0	28
	L II	30	0	30	0	30	0	28	2	28	2	0	28	2	0	0	28
	L III	30	0	30	0	30	0	30	0	26	0	4	24	0	2	4	23
	L IV	30	0	30	0	30	0	30	0	20	0	10	18	0	4	8	21

* Die meisten Puppen tot.

Die L IV waren widerstandsfähig. Die Abtötungsrate erreichte selbst bei der Konzentration von 0,15 % nach 4 Wochen erst 90 %. Bei allen Konzentrationen waren nach 4 Wochen sogar, wenn auch flugunfähige Falter geschlüpft.

Fast ähnliche Ergebnisse wurden in den 1976 durchgeführten Käfigversuchen erzielt (Tab. 5). Nur wurde hier nicht mehr mit der Konzentration 0,08 % gearbeitet. Auch hier ist wieder erkennbar, daß die L I am empfindlichsten auf Diflubenzuron reagiert. Nach drei Tagen waren bereits 40 % tot, nach einer Woche über 70 %. Bei den L II wurden nach 4 Wochen gerade 46,7 % und bei den L IV 60 % erreicht. Hier schlüpfen bei 0,15 % zwei und bei 0,1 % sogar 5 Falter. Verwunderlich ist 1976 die etwas höhere Empfindlichkeit der L III. Nach 3 Wochen waren 70 % aller Raupen tot, und es schlüpfte lediglich ein flugunfähiger Falter.

4. Diskussion der Ergebnisse

Der Metamorphosehemmer Diflubenzuron (Handelsname Dimilin) wurde in den Niederlanden von van Dahlem, Meltzer, Mulder und Wellinga (1972) zum ersten Mal in Europa mit Erfolg gegen Raupen von Lepidopteren und Larven verschiedener Coleopteren geprüft.

Mulder und Gijswijt (1973) stellten eine hohe Wirksamkeit gegen die Raupen von Lymantriiden, Noctuiden, Geometriden, Yponomeutiden und Pieriden fest. Dagegen erwiesen sich die Raupen von Tortriciden und Pyraliden als recht widerstandsfähig. Hohe Abtötungserfolge erzielten die genannten Autoren noch gegen die Raupen von *Diprion pini* und die Larven des Kartoffelkäfers. Als hochwirksam erwies sich Diflubenzuron gegen Dipterenlarven, so von *Aedes*, *Anopheles*, *Culex*, *Musca domestica* und *Stomoxys calcitrans*.

In der BRD befaßten sich Leuschner (1975), Holst (1975) und Skatulla (1975) mit Diflubenzuron. Leuschner konnte eine hohe Wirkung des Präparates gegen die Kohlwanze *Eurydema oleraceum* L. feststellen. Holst beobachtete beim Mexikanischen Bohnenkäfer *Epilachna varivestis* Mulls. und beim Kartoffelkäfer *Leptinotarsa decemlineata* Say, sogar eine von Diflubenzuron verursachte Eisterilität. In seinen Versuchen gegen die Raupen von *Lymantria dispar* und *Lymantria monacha* erreichte Skatulla bei den Nonnenraupen bereits nach 14 Tagen eine Mortalität von 100 %, bei denen des Schwammspinners trat dieser Mortalitätsgrad erst nach 18 Tagen ein.

In weiteren Versuchen erzielte derselbe Autor recht unterschiedliche Erfolge. Als sehr empfindlich erwiesen sich die Raupen von *Yponomeuta evonymellus*. Das deckt sich mit unseren Versuchen gegen *Yponomeuta padellus*. Bei Afterraupen der Blattwespe *Neodiprion sertifer* erzielte Skatulla 18 Tage nach der Applikation von Diflubenzuron eine totale Mortalität. Der Heidelbeerspanner *Boarmia bistortata* erwies sich dagegen als hoch widerstandsfähig. Skatulla konnte weiter nachweisen, daß Diflubenzuron auf die Imagines von nützlichen Raubinsekten ohne Wirkung war.

Harteringer (1976) konnte sowohl in Labor- als auch in Freilandversuchen eine hohe Wirksamkeit von Diflubenzuron gegen *Yponomeuta evonymellus* und *Y. padellus* beobachten. Aus noch entwickelten, aber abgestorbenen Puppen schlüpfen hyperparasitische Hymenopteren und Dipteren, die sich völlig normal entwickelt hatten.

Betrachtet man abschließend die in unseren Versuchen mit Diflubenzuron erzielten Resultate, so nimmt es nicht wunder, daß die Puppen von *Sparganothis pilleriana* ziemlich widerstandsfähig sind, da diese Lepidopterenart zu den Tortriciden gehört. Zwar stellten wir in den Käfigversuchen eine besondere Sensibilität der L I fest, von denen keine die Häutung zu L II vollzog, doch bereitete die Übertragung dieser Ergebnisse auf das Freiland etliche Schwierigkeiten. Dies ist begründet in der bereits an anderer Stelle beschriebenen unterschiedlichen Migrationsintensität der Räumchen aus den Win-

terverstecken. Zum allgemein üblichen Behandlungszeitpunkt zwischen dem 5. und 15. Mai, also nach dem Austrieb der Reben, befinden sich L I und L II, zum Teil bereits L III an den Blättern. Aber gerade die L II reagieren auf Diflubenzuron im Käfigversuch nur sehr schwach. Daraus dürfte erklärlich sein, daß eine einzige Applikation im Freiland nur einen geringen Erfolg hatte, weil die L II längere Zeit munter weiterfraßen.

Die L III dagegen wurde im Käfig in etwas größerem Ausmaß an der Häutung, zumindest aber an der normalen Chitineinlagerung gehindert. Dieser Effekt dürfte sich mit dem besseren Wirkungsgrad von Diflubenzuron nach zweimaliger Anwendung im Freiland decken.

Eine Behandlung der L IV und L V ist sinnlos, da sich diese Stadien bei *Sparganothis pilleriana* bereits fest in die selbstverfertigten Blattwickel eingesponnen haben und auch kaum noch Nahrung aufnehmen.

Es bleibt also vorzuschlagen, Diflubenzuron in einer Anwendungskonzentration von wenigsten 0,1 % des 25%igen Wetttable powders in der Praxis unbedingt zweimal im Abstand von 8 bis 10 Tagen zu applizieren. Erst dann ist Sicherheit gegeben, daß die meisten L I erfaßt werden.

Vom Standpunkt des Umweltschutzes und besonders der Schonung von Prädatoren verdient das Präparat Beachtung.

Z u s a m m e n f a s s u n g

In den Jahren 1974 bis 1976 wurde die Wirkung von Diflubenzuron (Dimilin) auf Raupen des Springwurm *Sparganothis pilleriana* Den. et Schiff. in Käfig- und Freilandversuchen getestet. Diflubenzuron hemmt die Metamorphose von fressenden Insekten. Bei den gekäfigten Raupen war ab 1975 jedes Larvenstadium für sich getrennt eingesetzt worden.

Da Diflubenzuron ein Fraßgift ist, wurde im Verlaufe der Käfigversuche nur zu Beginn einmal behandeltes Laub gefüttert, im weiteren Verlauf unbehandeltes.

Es konnte festgestellt werden, daß besonders die L I und in geringerem Maße die L III der Raupen empfindlich auf Diflubenzuron reagieren, die nächste Häutung nicht vollzogen und bald abstarben. Die L II und L IV waren dagegen widerstandsfähig.

In den Freilandversuchen erwiesen sich stets zwei Behandlungen im Abstand von 8 bis 10 Tagen als effektvoller als nur eine einzige.

S u m m a r y

In 1974 to 1976 the effect of Diflubenzurone (Dimilin) were tested at caterpillars of *Sparganothis pilleriana* Den. et Schiff. in insect-cages and vineyards.

Diflubenzurone interferes the metamorphosis of biting insects. 1975 and 1976 all stages of caterpillars were separate incaged. Because Diflubenzurone is a poison which must eated from insects, at beginnung cage-experiments the caterpillars were feeded with vineleaves treatet with Diflubenzurone. The following fead was untreated.

The larvae-stage I was high sensitive, the stage III insignificant lower, but the stages II and IV were most unsensitive.

In the field-trials two Diflubenzurone-applications had a higher mortality as an single application.

S c h r i f t t u m

Harteringer, C.: Zur Wirkung des Entwicklungshemmers Dimilin auf Gespinstmotten (*Yponomeuta* spp.) und ihre Parasiten. Anz. Schädlingskde. 49 (1976) 156-158.

- Holst, H.: Die fertilitätsbeeinflussende Wirkung des neuen Insektizids PDD 60-40 bei *Epilachna varivestis* Muls. und *Leptinotarsa decemlineata* Say. Z. Pflanzenkrankh. **82** (1975) 1-7.
- El Tantawi, M. A., M. B. Belal und M. D. Abdallah: Wirkungen von zwei Antihäutungssubstanzen auf die Raupen von *Spodoptera littoralis* Bois. Anz. Schädlingskde. **49** (1976) 153-155.
- Leuschner, K.: Wirkung des neuen Insektizids PDD 60-40 auf Larven und Imagines der Kohlwanze *Eurydema oleraceum*. Z. Pflanzenkrankh. **82** (1975) 8-12.
- Mulder, R., und M. J. Gijswijt: The laboratory evaluation of two promising insecticides which interference with cuticula deposition. Pest. Science **4** (1972) 737-745.
- Nölle, H., E. J. van Busschbach und A. Verloop: Wirkungsweise und Anwendung des Insektizids Diflubenzuron. Mitt. aus der BBA, H. 1965 (1975) 161-162.
- Skatulla, U.: Erfolgreiche Versuche mit dem Entwicklungshemmer PH 60-40 zur Bekämpfung von *Lymantria dispar* L. und *Lymantria monacha* L. Anz. Schädlingskde. **48** (1975) 17-18.
- Skatulla, U.: Über die Wirkung des Entwicklungshemmers Dimilin auf Forstinsekten. Anz. Schädlingskde. **48** (1975) 145-147.
- Van Dahlen, J., J. Meltzer, R. Mulder und K. Wellinga: A selective insecticide with a novel mode of action. Naturwissensch. **59** (1972) 312-313.

Dr. Alfred Dieter
D - 8702 M a r g e t s h ö c h h e i m
Ludwigstraße 14