

**Zeitschrift:** Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft =  
Bulletin de la Société Entomologique Suisse = Journal of the Swiss  
Entomological Society

**Herausgeber:** Schweizerische Entomologische Gesellschaft

**Band:** 23 (1950)

**Heft:** 1

**Artikel:** Versuch zur Bekämpfung des Maikäfers (*Melolontha melolontha* L.)  
durch Flugzeugbehandlung mit DDT-Stäubemittel

**Autor:** Wiesmann, R. / Gasser, R. / Grob, H.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-401080>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 22.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# **Versuch zur Bekämpfung des Maikäfers (*Melolontha melolontha* L.) durch Flugzeugbehandlung mit DDT-Stäubemittel <sup>1</sup>**

von

R. WIESMANN, R. GASSER und H. GROB

(Mitteilung aus der Abt. Schädlingsbekämpfung/Biologie  
der J. R. Geigy AG., Basel)

Der im folgenden beschriebene Grossversuch zur Bekämpfung des Maikäfers im Imaginalstadium ist ein Teamwork der Mitarbeiter der biologischen Abteilung der Firma J. R. Geigy AG., chemische Fabriken, Basel, bei dem alle in mehr oder weniger grossem Masse am Zustandekommen, an der Planung und an der Durchführung des Versuches beteiligt waren. Auch an dieser Stelle sei ihnen für ihre Arbeit, deren Resultate wir hier verwerthen, bestens gedankt. Ganz besonderer Dank gebührt auch unserer Freilandequippe, die einen Grossteil der langwierigen Vorarbeit durchführte und den Beamten des technischen Dienstes. Ferner möchten wir nicht versäumen dem Gemeindepräsidenten von Torny-le-Grand, Herrn Grossrat Bugnon und der Bevölkerung des Versuchsgebietes für ihr Interesse und ihre Unterstützung zu danken.

## **A. Problemstellung**

Der Maikäfer und in seinem Gefolge der Engerling gehören bei uns zu den wichtigsten Kulturschädlingen, die alljährlich Millionenwerte durch ihren Frass zerstören. Während der Maikäfer selbst hauptsächlich Baumschädling ist, indem er sich von Blättern und Blüten der

<sup>1</sup> Es handelt sich um Gesarolstäubemittel, ein 5 %iges DDT-Produkt der Firma J. R. Geigy AG., Basel.

Obst- und auch Walnussbäume ernährt und hier oft Kahlfrass erzeugt, sind die Verwüstungen, die seine gefräßige Larve, der Maikäferengerling in Wiesen, Äckern und Gärten durch das Abfressen der Pflanzenwurzeln anrichtet, meist weit schlimmer.

Das starke Auftreten der Maikäfer und Engerlinge in den letzten Jahren liess auch für das Bernerflugjahr 1948<sup>1</sup> starke Einbussen durch die Schädlinge befürchten. Aus diesem Grunde hat die Abteilung für Landwirtschaft des E. V. D. in Bern unter Leitung von Herrn Chaponnier im Dezember 1947 die verschiedenen Stellen, die sich mit der Maikäferbekämpfung befassen, zu einer Konferenz nach Bern einberufen, aus der schliesslich ein eingehendes Versuchsprogramm zur Maikäferbekämpfung hervorging. Dasselbe ist von Herrn Prof. O. SCHNEIDER-ORELLI vom Entomologischen Institut der E. T. H. unter Mitwirkung der Eidg. Versuchsanstalten, landw. Schulen und der Chemischen Industrie zusammengestellt worden.

Die Abteilung Schädlingsbekämpfung-Biologie der J. R. Geigy AG. übernahm dabei die Aufgabe, einen Grossversuch zur direkten Bekämpfung des Maikäfers durchzuführen.

### 1. Aufgabe

Es ist bekannt, dass die Maikäferweibchen eine sieben oder mehr Tage dauernde Präovipositionsperiode aufweisen, während der sie einem Reifungsfrass an Steinobstbäumen, besonders aber an Laubhölzern der Waldränder obliegen. Dann fliegen sie zur Eiablage in die Wiesen und Felder zurück. Wir stellten uns nun die Aufgabe abzuklären, ob durch eine systematische Bestäubung der Waldränder die Maikäfer so stark dezimiert werden könnte, dass auch der künftige Engerlingsbesatz im angrenzenden Kulturboden bedeutend herabgesetzt wird. Hoffnungen hiezu waren berechtigt, indem der Maikäfer Gesarol-empfindlich ist, wie Vorversuche in den Jahren 1943 (7), 1945 (8) und 1947 (9) zeigten; zudem waren die von THIEM 1944 (10) in Deutschland ausgeführten, ähnlichen Versuche von Erfolg begleitet. [Vergl. auch CLAUSEN (2) und RÉGNIER (5)].

Der durch den Kontakt mit DDT-Stäubemittel bedingte Tod des Maikäfers tritt sehr langsam ein, meist erst nach 3—4 Tagen. Es ist hier nicht der Ort über unsere ausgedehnten toxikologischen Versuche zu berichten, doch sei erwähnt, dass die tödliche Menge pro Maikäfer bei Dauerkontakt ca. 5  $\gamma$  Wirksubstanz beträgt. Sie ist im Vergleich mit andern Insekten relativ hoch, doch ist es ohne weiteres möglich den Maikäfer mit diesem Kontaktinsektizid abzutöten.

Wir entschieden uns daher in einem abgeschlossenen, leicht übersehbaren Gebiete einen weiteren grossen Versuch zur direkten

<sup>1</sup> Über die Verteilung der Maikäferflugjahre in der Schweiz, vergl. SCHNEIDER-ORELLI (6).

Maikäferbekämpfung durchzuführen, um ein sicheres Urteil über den Wert der Methode zu erhalten und auch die für ein solches Vorgehen nötigen ökologischen Grundlagen zu erarbeiten.



Abb. 1. — Landschaftsbild des Versuchsortes; Blick von SW gegen NO.

## 2. Versuchsort (Abb. 1 und 2)

Durch die Vermittlung der Eidg. Versuchsanstalt Lausanne-Montagibert, und von Herrn Prof. Clément, wurden wir auf das Gebiet von Grandsivaz und Torny-le-Grand (Kt. Freiburg) aufmerksam gemacht, wo der Maikäfer und namentlich der Engerling in den letzten Jahren riesige Schäden verursacht hatten; man spricht von einem Ernteausfall in den Jahren 1946 und 1947 im Betrage von Fr. 200 000.— auf einer Kulturfäche von 400 ha. Das ganze Gebiet ist zungen- oder hufeisenförmig von einem dichten Laubwaldgürtel (hauptsächlich Buchen, vereinzelt Eichen und anderen Laubbäumen) umschlossen. Es war anzunehmen, dass vor allem dieser Wald den Käfern als

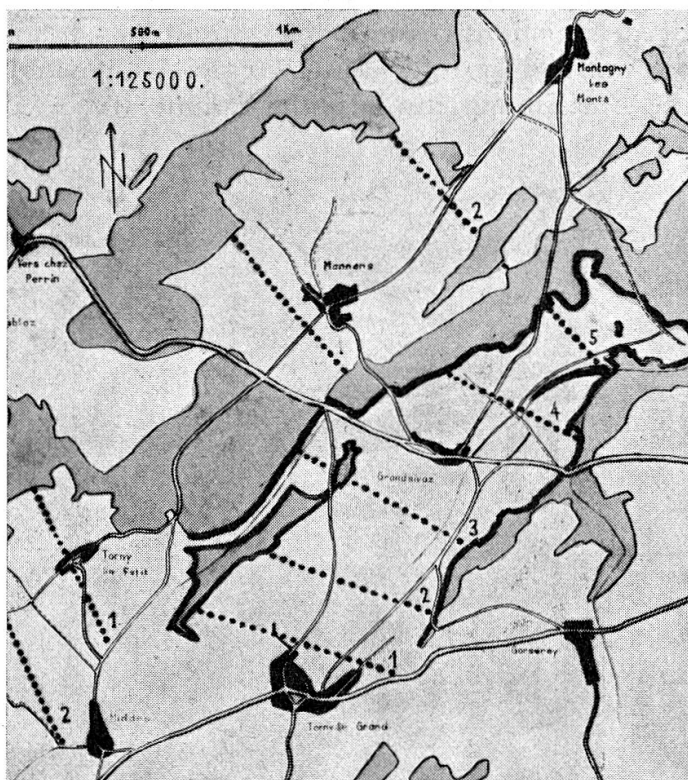


Abb. 2. — Karte des Versuchsortes.  
.....: Engerlingsbefall; —: behandelter Waldrand.

Reifungsfrassgebiet dient. Das vom Waldgürtel eingeschlossene Kulturland besteht zu ca.  $\frac{2}{3}$  aus Wiesen, der Rest aus Ackerflächen (Getreide, Kartoffeln, Erbsen). Rings um die Ortschaften liegen zahlreiche Baumgärten mit Kern- und Steinobstbäumen, sowie eine grosse Zahl alter Walnussbäume. Längs der Strassen und hie und da im freien Feld sind Laubholzhecken als Windschutzgehölze vorhanden.

Das benachbarte Gebiet von Mannens, das topographisch grosse Ähnlichkeit aufweist, diente uns als unbehandelte Kontrolle.

Das Klima des Versuchsgebietes ist etwas rauher als im übrigen Mittelland; liegt es doch auf einem Hochplateau in einer mittleren Höhe von 650 m; der Wind kommt hauptsächlich aus nord-westlicher Richtung.

## B. Vorarbeiten für den Versuch

### 1. Technische Vorarbeiten

Ursprünglich war vorgesehen, die Bestäubung der Waldränder im gesamten Gebiet mit einem Helikopter durchzuführen, doch hatten unsere grossen Bemühungen, aus dem Ausland ein solches Flugzeug zu bekommen, keinen Erfolg. Durch die Vermittlung der Alpar AG., Bern, erhielten wir in letzter Minute das Transportflugzeug « Pelikan », das mit 500 kg Ladekraft bei einer Geschwindigkeit von ca. 100 km/h die Bestäubung durchführen konnte (Abb. 3).



Abb. 3. — Der « Pelikan ».

Vorversuche mit dem « Pelikan » in Belp zeigten, dass die Bestäubung sehr gut und regelmässig mit diesem Flugzeugtyp und mit der von uns bereits früher entwickelten Stäubevorrichtung (Abb. 4) durchgeführt werden kann. Das in Aussicht genommene DDT-Stäubemittel besitzt die nötigen physikalischen Eigenschaften wie Schwere und Haftfestigkeit für diese Anwendungsart.

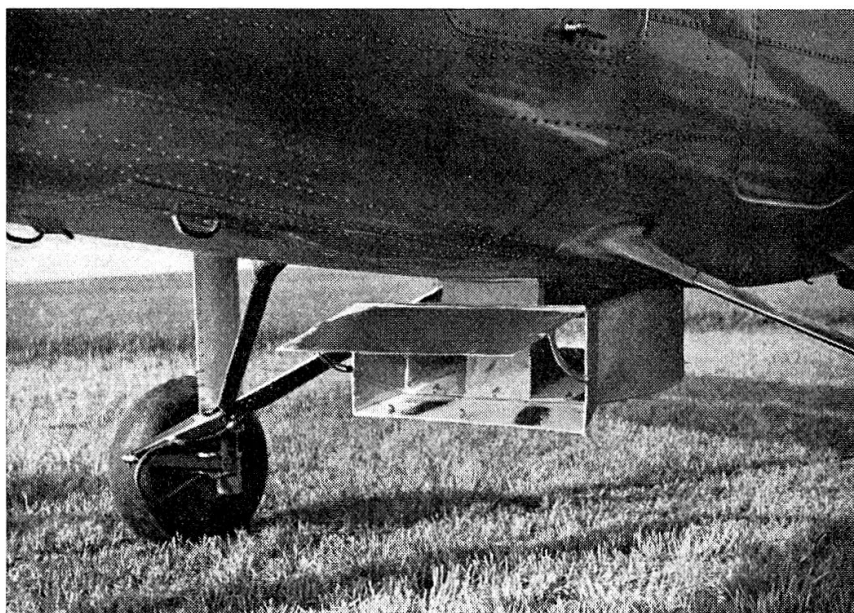


Abb. 4. — Bestäubungseinrichtung.

## 2. Biologische Vorarbeiten

Die biologischen Vorarbeiten begannen im März 1948 durch unsere 5 Mann starke Freilandequippe.

### a) *Maikäferbesatz im Boden des Versuchsgebietes*

Um den im Versuchsgebiete zu erwartenden Maikäferflug aus dem Boden einigermaßen festzustellen, machten wir im März-April 300 Bodensondierungen von je 1 m<sup>2</sup> Fläche bis auf eine Tiefe von 60 cm. Die gefundenen Maikäfer, die je nach Bodenart bis zu einer Tiefe von 50 cm überwinterten, wurden ausgezählt. Die Mehrzahl der Tiere befand sich in einer mittleren Bodentiefe von ca. 30 cm. Die zahlenmässige Verteilung der Maikäfer war ziemlich unregelmässig. Irgendwelche Zusammenhänge zwischen Maikäferbesatz des Bodens

und Lage im Gelände wurden nicht gefunden. Starker und schwacher Besatz konnten direkt nebeneinander liegen. Die maximale Maikäferzahl pro m<sup>2</sup> im Boden betrug 60 Tiere, sie wurde aber nur in einem Falle festgestellt (Tab. 1).

*Verteilung des Maikäferbefalles im Boden des Versuchsgebietes*

TABELLE 1

0—5	Maikäfer	pro	m <sup>2</sup>	zeigten :	96	Bodenproben	mit	total	208	Maikäfern
6—10	»	»	»	»	73	»	»	»	465	»
11—15	»	»	»	»	32	»	»	»	401	»
16—20	»	»	»	»	31	»	»	»	560	»
21—25	»	»	»	»	24	»	»	»	446	»
26—30	»	»	»	»	21	»	»	»	592	»
31—35	»	»	»	»	10	»	»	»	320	»
36—40	»	»	»	»	4	»	»	»	148	»
41—45	»	»	»	»	2	»	»	»	88	»
46—50	»	»	»	»	1	»	»	»	47	»
51—55	»	»	»	»	4	»	»	»	212	»
56—60	»	»	»	»	2	»	»	»	117	»
Total 300					»	»	»	»	3604	»

Auf total 300 m<sup>2</sup> Fläche fand man also in der ausgehobenen Erde 3604 Maikäfer oder pro m<sup>2</sup> im Durchschnitt 12. Berechnet man daraus den durch die grosse Zahl von Grabungen recht gut gesicherten Durchschnittswert des gesamten Maikäferbesatzes im 400 ha umfassenden Kulturland des Versuchsgebietes, so ergibt sich eine autochthone Maikäferpopulation von rund 48 Millionen. Mit dieser Zahl ist auch der gewaltige, durch die Engerlinge im Jahre 1947 verursachte Kulturschaden zur Genüge erklärt.

*b) Ausflug der Maikäfer aus dem Boden im Versuchsgebiete*

Um den Ausflug der Maikäfer aus dem Boden zu überwachen, spannten wir an 4 verschiedenen Orten im Versuchsgebiet auf Dachlatten aufgezugene Reb gaze aus. Diese Fangtücher lagen an Orten, die nach unseren Grabungen einen starken Maikäferbesatz im Boden aufwiesen. Das Auslegen der Tücher erfolgte anfangs April, nachdem bemerkt worden war, dass die Käfer langsam an die Erdoberfläche zu wandern begannen. Täglich wurden die Fangtücher nach ausfliegenden Maikäfern abgesucht. Um eine normale Besonnung der Kontrollflächen zu erzielen, wurden die Tücher tagsüber aufgerollt und erst gegen Abend wiederum über die Fläche gebreitet. (Lage siehe Abb. 10.)

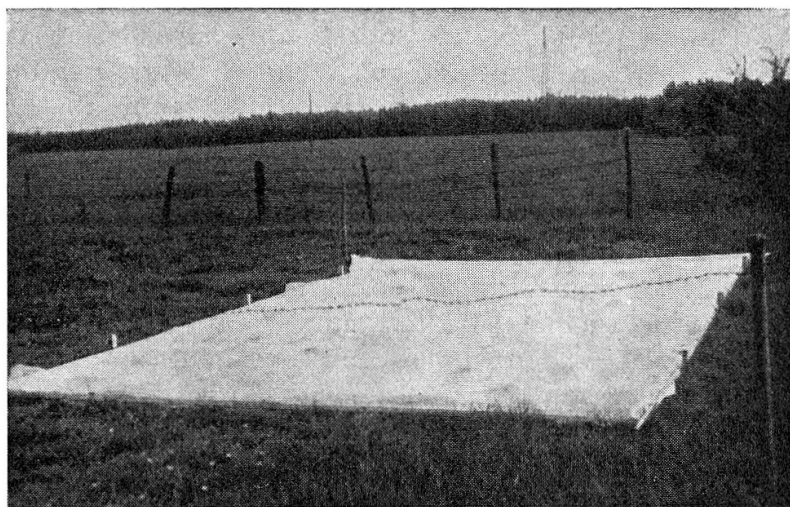


Abb. 5 b.  
Ausflug der Mai-  
käfer : Fangtuch.

Unter den 4 Fangtüchern, die eine Fläche von  $4 \times 24 \text{ m}^2 = 96 \text{ m}^2$  bedeckten, fingen wir während der ganzen Flugzeit 1778 Käfer oder 18,5 pro  $\text{m}^2$ .

Die Ausflugkurven der 4 Fangtücher (s. Abb. 5a) zeigen einen ähnlichen Verlauf, die Flugmaxima fallen zeitlich zusammen, ebenso stimmen Anfang und Ende des Ausfluges genau miteinander überein. Der Ausflug selbst ist sehr witterungsabhängig und kann namentlich durch Regen und Kälte am Abend jeweils ganz unterbrochen werden. Die warmen Tage vom 16.—19. April bewirkten, dass ein Teil der Maikäfer an die Oberfläche strebte, doch hielten die kalten Nächte den Ausflug noch zurück.

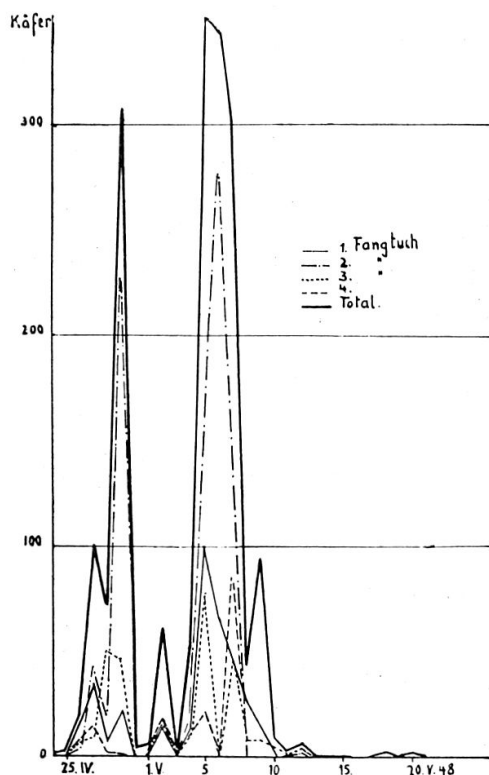


Abb. 5 a. Ausflug des Maikäfer :  
Graphische Darstellung.

In dieser Zeit wurden tagsüber nur ganz vereinzelte Maikäfer gesichtet. Die warme Nacht vom 19. auf den 20. April förderte am Abend des 20. April den Ausflug aus dem Boden, der sich auch in den Fangtüchern mit total 91 Käfern bemerkbar machte. Der Temperatursturz vom 21. April abends, unterbrach den Ausflug dann bis zum 24. April.

Auf frischem Wiesenumbbruch fand man vom 20. April an die Mehrzahl der Käfer in einer

Bodentiefe von 5 cm, sodass am nächsten warmen Abend mit einem starken Ausflug zu rechnen war. Begünstigt durch das anhaltend schöne und warme Wetter vom 25.—29. April begann dann ein sehr massiver Ausflug, der am 29. ein deutliches Maximum ergab. Unterbrochen wurde er wieder durch die Regen- und Kälteperiode vom 30. April bis 3. Mai, worauf dann ein zweites, starkes Flugmaximum in der Zeit vom 5.—7. Mai folgte. Von diesem Zeitpunkt an fiel die Flugkurve steil ab. Am 20. Mai hörte der Ausflug im Versuchsgebiet gänzlich auf.

Wir haben demzufolge eine deutliche zweigipflige Ausflugskurve mit einem ersten Maximum am 29. April und einem weiteren, noch höhern Gipfel am 5.—7. Mai. Kälte- und Regeneinbrüche bedingten das Zustandekommen dieser zweigipfligen Kurve (Vergl. Abb. 8).

Die Vegetation war zu Beginn des Ausfluges, am 21. April noch ziemlich im Rückstand, die Kirschbäume blühten eben auf und die meisten Laubbäume im Walde warfen erst ihre Knospenschuppen ab. Bis zum ersten Flugmaximum vom 29. April aber holte die Vegetation stark auf, sodass die Maikäfer sowohl in den Obstkulturen, als auch an den Waldrändern vollentfaltetes Laubwerk vorfanden.

### C. Durchführung des Versuches

Zur Bekämpfung des Maikäfers war vorgesehen die das Gebiet umschliessenden Waldränder — also die Hauptorte seines Reifungsfrasses — bis auf eine Tiefe von 40—50 m mit dem Flugzeug zu bestäuben. Somit betrug die zu behandelnde Waldfläche ca. 40 ha.

Nicht nur der Waldgürtel wurde bestäubt, sondern auch die in den Kulturen stehenden, von den Maikäfern angegangenen Obstbäume wie Kirsch-, Zwetschgen- und Walnussbäume wurden gespritzt, ebenso die Hecken, sodass der Maikäfer im ganzen Gebiet seine Hauptnährpflanzen mit einem Gesarolbelag bedeckt vorfand. Die Behandlung der Obstbäume erfolgte in der Zeit von Ende April bis Anfangs Mai.

#### 1. Zeitpunkt der Bestäubung

Bei einer solchen Grossaktion spielt natürlich die Erfassung des besten Behandlungszeitpunktes eine bedeutende Rolle. Die sichersten Resultate erzielt man, wenn der Grossteil der Käfer die Winterquartiere verlassen hat und auf den Bäumen dem Reifungsfrass obliegt. Durch die Bestäubung sollten die legereifen Weibchen daran gehindert werden, in die offene Kulturfläche zur Eiablage zu fliegen.

In unserem Versuch waren die beiden Bedingungen erfüllt. Über die später auftretenden Komplikationen wird weiter unten noch eingehend berichtet (siehe Kap. E).

An Hand der Ausflugskontrollen konnte angenommen werden, dass der Ausflug der Maikäfer aus dem Boden am 6. Mai seinem Ende entgegen ging. Die Kontrolle des Dämmerfluges am 6. Mai ergab in seiner überwiegenden Mehrheit Waldflüge<sup>1</sup>, während der Feldflug<sup>2</sup> trächtiger Weibchen sich noch in sehr bescheidenem Rahmen bewegte. (Vergl. Tab. 6.) Schon am 5. Mai waren die Waldränder stark mit Maikäfern besetzt und am 6. Mai, wo ein ganz gewaltiger Ausflug aus dem Boden stattfand, waren die Eichen mit dichten Maikäfertrauben behangen und man stellte einen kontinuierlichen, starken Kotfall fest.

Auch die Sektionsbefunde über den Reifezustand der Ovarien in der Zeit vom 5., 6. und 7. Mai zeigten erst wenige vollausgereifte Eierstöcke.

Die Versuchsbedingungen waren daher für eine Festlegung der Bestäubung auf den 7. Mai günstig.

## 2. Flugtechnisches

Die nachfolgenden Angaben stammen von Herrn H. Schreiber, Chefpilot der Alpar in Wabern-Bern, der den Flug mit dem « Pelikan » selbst durchführte. Es sei ihm an dieser Stelle für seine sorgfältige Arbeit, sowie auch für seine Ausführungen « Erfolgsbericht über Flugversuche mit dem Pelikan im Einsatz gegen Maikäfer » bestens gedankt.

### a) Bestäubungsanlage

Die Bestäubungsanlage bestand aus einem Vorratskasten, an dessen Unterseite eine Dosierungseinrichtung in Form eines Rührwerkes eingebaut ist, welches zusammen mit durch Stellschrauben genau feststellbaren Düsenklappen eine saubere Dosierung der Stäubemenge im gewollten Bereiche erlaubt. Der Antrieb des Rührwerkes und die Bedienung der Regulierklappen erfolgte von Hand durch den mitfliegenden Beobachter. Der Staub gelangte aus den Regulierklappen in einen Diffusor und wurde nachher vom Fahrwind erfasst und in die Luft gewirbelt. Die ganze Anlage wog ca. 40 kg. (Abb. 3 und 4.)

<sup>1</sup> Waldflug = Flug der Käfer von den Feldern in den Wald.  
Zweck: Reifungsfrass.

<sup>2</sup> Feldflug = Flug der Käfer vom Wald in die Felder.  
Zweck: Eiablage.

b) *Einsatz des Flugzeuges*

Der «Pelikan» ist für eine Zuladung von 800 kg zugelassen. Es ergibt sich also folgende, mögliche Gewichtsverteilung :

Pilot und Beobachter . . . . .	150 kg
Stäubeanlage minus Ausbauteile . . . .	—
Ol . . . . .	30 »
Benzin für drei Flugstunden . . . . .	170 »
Zuladung an Staub im Laderaum . . . .	200 »
Zuladung in der Stäubeanlage . . . . .	250 »
	<u>800 kg</u>

Bei der Einregulierung der Stäubeanlage wurde mit folgenden Werten gerechnet :

Nötige Stäubemenge pro ha . . . . .	30—50 kg
Fluggeschwindigkeit des Pelikan . . . . .	30—40 m/sec
Bestäubte Breite im Durchflug. . . . .	30—40 m

daraus folgen :

Bestäubte Fläche im Durchflug . . . . .	9—16 a/sec
Nötiger Staubausstoss nach Bedarf . . .	2,7—5,0—8,0 kg/sec

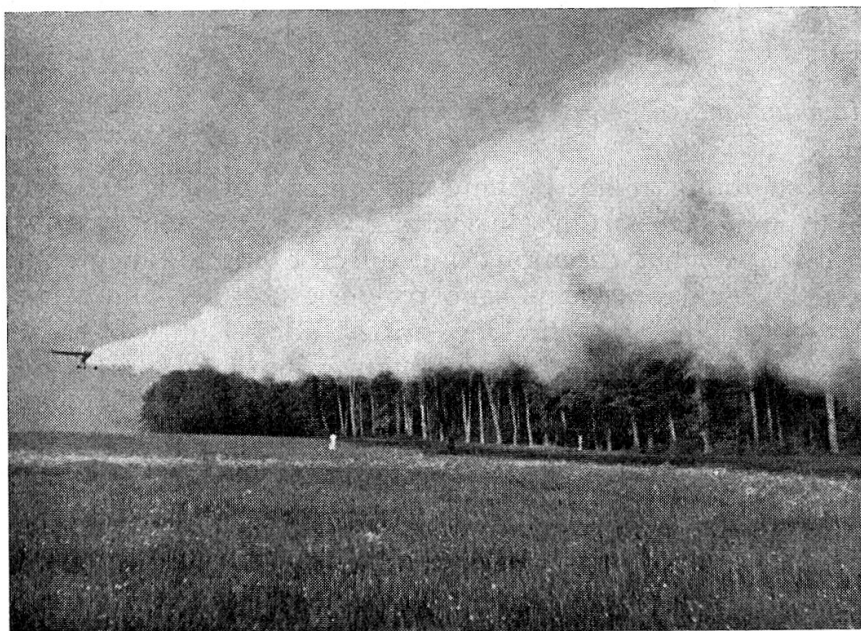


Abb. 6. — Bestäubung des Waldrandes.

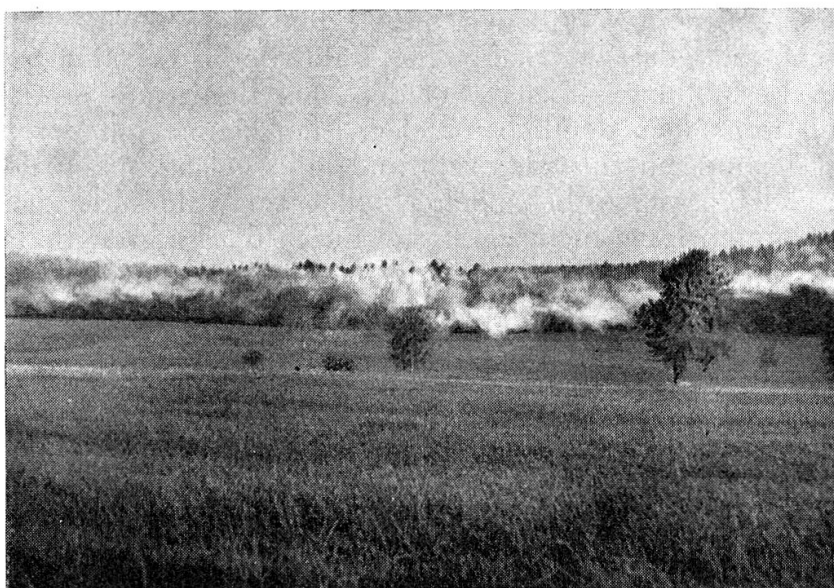


Abb. 7. — Bestäubung des Waldrandes.

Bei einer Zuladung von 500 kg. Stäubemittel (Benzin für ca. 2 Flugstunden) konnten ohne Zwischenlandung 9—16 ha mit Staub belegt werden. Die reine Staubausstossdauer beträgt dabei ca. 2 Minuten. Für Start und Landung, sie erfolgte im Gebiete selbst, sowie An- und Wegflüge, Beobachtungskurven etc. benötigte man 10—13 Minuten, wodurch mit einer mittleren Flugdauer von 15 Minuten pro Flug das Tagesprogramm erledigt werden konnte. Das Auffüllen von 250 kg Stäubemittel in den Vorratskasten, sowie das Verladen von weitem 200 kg in den Laderaum, dauerte mit 3 Mann durchschnittlich 10 Minuten, wobei Gesarolsäcke von 25 kg Gewicht benützt wurden.

Die Wendigkeit des « Pelikan » war für die gestellte Aufgabe bemerkenswert gut.

### 3. Bestäubung

Die Bestäubung der Waldränder im Versuchsgebiete mit dem « Pelikan » begann am 7. Mai 1948 um 0500 Uhr bei kühler Witterung und ganz schwachem Wind und dauerte ziemlich genau 2 Stunden. In dieser Zeit wurden 5 Flüge ausgeführt und jeweils 300—400 kg Gesarol abgestäubt. Pro ha Waldfläche wurden somit durchschnittlich 45 kg 5 %-iges Stäubemittel verwendet, was einer Aktivsubstanzmenge von ca. 2,25 kg pro ha entspricht.

Geflogen wurde je nach Windrichtung und Intensität direkt über dem Waldrand, oder in einer Distanz von 50—70 m ausserhalb des Waldes auf Wipfelhöhe. Der Staub sass in der Regel recht gut und hüllte den Waldrand in eine dichte Wolke ein (Abb. 6 u. 7). Aus den

zahlreichen, auf dem Waldboden ausgelegten schwarzen Papierstreifen war zu schliessen, dass der Staub eine Waldtiefe bis ca. 60 m bedeckte. Nach der Bestäubung sah man auf den vom Boden aus erreichbaren Buchenblättern einen deutlichen Belag. Man konnte mit der Bestäubung im allgemeinen zufrieden sein, indem es gelang, die Waldränder ziemlich gleichmässig zu behandeln. Stellen am Waldrande, die wegen ihrer besonderen Lage nicht genügend durch die Flugzeugbestäubung getroffen waren, wurden im Verlaufe des Tages vom Boden aus mit einem Motorzerstäuber nachbehandelt.

## D. Wirkung der Bestäubung auf die Maikäfer

### 1. Witterungsverlauf während der Versuchsperiode

Um die Resultate des Bekämpfungsversuches besser interpretieren zu können, müssen wir uns einen Überblick über den Witterungsverlauf vor und während der Versuchsperiode verschaffen. Wir benützen hiezu am besten die Aufzeichnungen der Wetterstation vom benachbarten Freiburg und unseres Thermo-Hygrographen im Walde von Grandsivaz (Abb. 8). Die Niederschläge beeinflussen sowohl den Ausflug wie auch den Flug der Käfer während der Dämmerung, dann aber auch die Dauerhaftigkeit des Gesarolbelages.

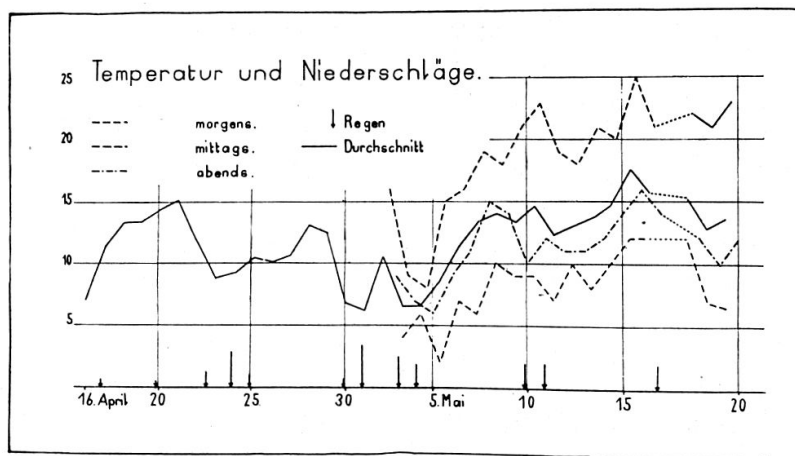


Abb. 8. — Witterung während des Versuches (Temperatur, Regen).

Wie aus Abbildung 8 hervorgeht, fiel am 9. und 10.5. Regen, zum Teil von Hagel und Sturm begleitet, der den Staubbelaag zum grössten Teil abwusch. Eine direkte Wirkung des Stäubemittels auf das Verhalten der Maikäfer konnte infolgedessen in den nächsten Tagen nicht mehr festgestellt werden.

## 2. Verhalten der Maikäfer während und nach der Bestäubung

Ziemlich genau eine Stunde nach der Bestäubung begannen die ersten Maikäfer, die in Massen in den Baumkronen am Waldrand hingen, auf den Boden zu fallen. Um 8 Uhr war in den Baumkronen trotz der ziemlich kühlen Witterung (Lufttemperatur 11° C) ein ganz abnormales, lauttönendes Umherschwirren der Käfer zu vernehmen, offensichtlich eine Folge der Reizungen durch das DDT-Produkt. Wie ein schwerer Regen fielen Käfer in grossen Mengen auf den Boden. Um 10 Uhr, als die Sonne kräftig auf den Wald schien, fand man am Waldrande und auch im Waldesinnern haufenweise heruntergefallene Käfer, vielfach 60—100 Stück pro m<sup>2</sup>, in mehr oder weniger starkem Tremor.

Am Waldrand konnte man zu dieser Zeit eine auffallende Erscheinung beobachten. Von den ins Gras gefallen Käfern begannen viele, infolge der Besonnung, an den Gräsern emporzusteigen und wegzufiegen. Dabei beobachtete man sehr häufig, dass die Käfer einige Meter in die Luft stiegen, ganz unsicher flogen und dann wieder steil zu Boden stürzten. Es ist von andern Insekten bekannt, dass auch bei starker Vergiftung die Flugmuskulatur noch sehr lange betätigt werden kann, dass es aber nur noch zu einem ungerichteten Fluge reicht. Dieser eigenartige Flug dauerte bis ca. 13 Uhr, verbunden mit einem auffallend starken Fliegen und Schwirren der Käfer in den Baumkronen. Von diesen fielen ununterbrochen zahllose Tiere in einer Art Sturzflug wiederum zu Boden. Die meisten von ihnen zeigten typische Vergiftungen, d. h. mehr oder weniger starken Beintremor. Im ganzen Wald war ein einziges lautes Brummen und Surren. Gegen 14 Uhr, bei schönstem Sonnenschein, beruhigte sich der Käferflug in den Baumkronen deutlich und ungefähr 40—50 % der auf den Boden gefallen Tiere war es wieder gelungen, in die Baumkronen zu fliegen. Man fand aber immer noch grosse Mengen von Maikäfern, die sich infolge des starken Tremors nicht mehr vom Boden erheben konnten. Als um 17 Uhr die Temperatur der Luft wieder zu sinken begann, konstatierte man erneutes, starkes Herunterfallen der Käfer von den bestäubten Bäumen, ähnlich wie zu Beginn des Versuches. Überall raschelte es im dünnen Laube von den flugunfähigen Käfern, die bald wieder in grossen Mengen auf dem Waldboden lagen.

Ganz eigenartige Verhältnisse zeigten sich beim Dämmerungsflug, der um 20 Uhr begann. Während am 6. Mai, am Tage vor der Behandlung auf 1000 Waldflüge 3 Feldflüge beobachtet werden konnten, ergab die Kontrolle am Abend des 7. Mai ein vollständig umgekehrtes Verhältnis: auf 1 Waldflug fallen 140 Feldflüge<sup>1</sup>. Obwohl die absolute Zahl der Waldflüge sogar grösser war, als am Vortage — wir befanden

<sup>1</sup> Über die Bestimmung dieser Verhältnisse vergl. Tab. 4.

uns immer noch im Ausflugsmaximum — überwogen die Feldflüge jetzt in ungeheurem Ausmass und erfolgten in scharfem Tempo.

Im Walde selbst herrschte ein wildes, lautes Maikäferbrummen und man hörte ein regelmässiges Aufschlagen der herunterfallenden Käfer auf den mit Altlaub bedeckten Waldboden.

Wir machten dabei vielfach die Beobachtung, dass sich die geschädigten Käfer ganz abnormal verhielten, indem sie sich häufig in den Boden einzugraben versuchten.

Eine Anzahl der ins Feld zurückfliegenden Käfer fingen wir ab und untersuchten sie auf Geschlecht und Reifungszustand der Ovarien. Von den 168 gefangenen Maikäfern waren 73 Männchen und 95 Weibchen. Letztere besaßen durchgehend ganz unentwickelte Ovarien, waren also noch nicht lange aus dem Boden geschlüpft. Die Weibchen verliessen somit den Wald nicht, um im Felde Eier zu deponieren. Diese Tatsache, sowie das scharfe Tempo, in dem der Feldflug erfolgte, deuten darauf hin, dass es sich bei diesem Feldflug um eine Fluchtreaktion der Käfer und zwar Männchen und Weibchen, aus dem bestäubten Walde handelt. Was mit diesen Käfern später geschah, wissen wir nicht. An den Obstbäumen im Versuchsgebiet wurden anderntags keine auffallend grösseren Mengen von Maikäfern beobachtet, sodass die Flucht offenbar nicht an diese Bäume erfolgte.

Die Bestäubung der Waldränder hatte demnach am ersten Tage eine zweifache Wirkung: einerseits ein starkes Herunterfallen der Maikäfer untertags und andererseits während des Dämmerungsfluges eine sehr ausgeprägte Fluchtreaktion der noch auf den Bäumen befindlichen, sowie der frisch zufliegenden Käfer.

Am ersten Tage nach der Bestäubung, am 8. Mai, fanden wir morgens am Waldrand und im Waldesinnern grosse Mengen von Maikäfern, die durch das DDT-Produkt geschädigt, in starkem Tremor am Boden lagen. Auf den Waldbäumen gewahrte man relativ wenig Käfer, trotzdem am Vorabend ein sehr starker Waldflug stattgefunden hatte. Im Verlaufe des Tages fielen ununterbrochen Käfer zu Boden. Einigen schwach geschädigten Käfern gelang es vielfach mühsam fliegend die Baumkronen wieder zu gewinnen.

Auch am Abend, zur Zeit des Dämmerungsfluges verhielten sich die Maikäfer ähnlich wie am Stäubetage. Das Verhältnis der Waldflüge zu den Feldflügen war 1 : 50, in der unbehandelten Umgebung dagegen umgekehrt 10 : 1<sup>1</sup>. Die Flucht aus den bestäubten Partien hielt also auch an diesem Tage noch an.

Um während der folgenden Tage den Versuchserfolg zu kontrollieren, wurden an bestimmten Stellen des Versuchs- und Kontrollgebietes täglich die genaue Anzahl der herabgefallenen toten und irreversibel geschädigten Käfer (Käferfall) bestimmt. Diese Auszählungen erstreckten sich über 14 Tage vom 7.—21. Mai.

<sup>1</sup> Vergl. Tab. 4.

Es bestanden im ganzen neun Parzellen, deren Lage im Gelände aus der Kartenskizze (Abb. 10) zu ersehen ist.

### Behandeltes Gebiet

		Fläche :
I.	Parzelle : Buchenwald, 20 m vom Waldrande entfernt,	49 m <sup>2</sup>
II.	» Getreidefeld am Waldrand, Waldrand aus Buchenwald bestehend . . . . .	49 m <sup>2</sup>
III.	» Buchenwald, 40 m vom Waldrande entfernt	20 m <sup>2</sup>
IV.	» Buchenwald, 20 m vom Waldrande entfernt	20 m <sup>2</sup>
VI.	» Buchenwald, Waldrand auf Weg, . . . .	20 m <sup>2</sup>
VII.	» Buchenwald, Waldrand auf Weg, . . . .	20 m <sup>2</sup>
V.	» Graben, längs Waldrand, 7 m × 35 cm .	2 m <sup>2</sup>
Total . . . . .		180 m <sup>2</sup>

### Unbehandeltes Gebiet

		Fläche :
VIII.	Parzelle : Mannens, am Waldrand, Buchenwald . .	20 m <sup>2</sup>
IX.	» Mannens, am Waldrand, Buchenwald . .	20 m <sup>2</sup>

Aus Platzersparnisgründen geben wir im Folgenden nur die bei Parzelle I täglich ausgezählten Käfer im Detail an. Dies kann umso eher geschehen, als im Prinzip der tägliche Käferfall an allen Orten des Versuchsgebietes sich ungefähr gleich verteilte (Tab. 2).

### Täglicher Käferfall in Parzelle 1

TABELLE 2

Kontrollen	Total der Käfer	♂	davon ♀
8.5 . . . . .	882	354	528
9.5 . . . . .	244	128	116
10.5 . . . . .	312	104	208
11.5 . . . . .	273	182	91
12.5 . . . . .	345	194	151
13.5 . . . . .	112	66	46
14.5 . . . . .	60	23	37
18.5 . . . . .	84	49	35
21.5 . . . . .	78	51	27
	2390	1151	1239

*Totaler Käferfall nach Parzellen*

TABELLE 3

Station	Total der Käfer	davon		Zahl der Käfer pro m <sup>2</sup>
		♂	♀	
Versuchsgebiet				
I . . . . .	2 392	1 151	1 239	49
II . . . . .	2 784	1 344	1 440	56
III . . . . .	7 870	4 235	3 635	393
IV . . . . .	3 113	1 476	1 637	156
VI . . . . .	5 913	2 573	3 340	296
VII . . . . .	8 474	4 639	3 835	424
V . . . . .	18 940	9 953	8 987	—
Total auf 180 m <sup>2</sup> . . . .	49 486	25 373	24 113	Ø m <sup>2</sup> 229 (ohne V)
Kontrollgebiet				
VIII . . . . .	41	23	18	2
IX . . . . .	46	39	7	2,3
Total auf 40 m <sup>2</sup> . . . .	87	62	25	Ø m <sup>2</sup> 2,1

Aus der Tabelle ist ersichtlich, dass die Grosszahl der geschädigten Maikäfer in den beiden ersten Tagen nach der Bestäubung herunterfiel. Eine nachhaltige Wirkung der Behandlung ist aber auch noch während längerer Zeit auf Grund des anhaltenden Käferfalles bemerkbar. Da ja der Belag durch die Regen vom 9. und 10. Mai zum grössten Teil unwirksam gemacht wurde, ist dieser nachträgliche Käferfall kaum durch die Dauerwirkung des Staubbelauges verursacht. Es handelt sich wohl eher um Tiere, die schon am 7. oder 8. Mai vergiftet wurden oder um eine neue Schädigung durch die nachträgliche Teilbestäubung (Tab. 3).

Ein Blick auf die Tabelle zeigt, dass wir durch die Waldrandbestäubung eine grosse Menge von Maikäfern abgetötet haben (Totaldurchschnitt 229 geschädigte Tiere pro m<sup>2</sup>). Der Boden im Laubwald war denn auch am 21.5.1948 direkt mit Maikäferleichen besetzt und nach kurzer Zeit verbreiteten die toten Tiere einen unangenehmen Geruch.

Von Interesse ist auch die Tatsache, dass wir mit der Bestäubung ungefähr gleich viele Weibchen wie Männchen vernichteten, während im unbehandelten Kontrollgebiet das Verhältnis Männchen : Weibchen im natürlichen Sterbefall im Durchschnitt 3,4 : 1 betrug. Die Empfindlichkeit der Maikäfer gegenüber Gesarol scheint somit bei beiden Geschlechtern gleich stark zu sein. Aus den gegebenen Zahlen dürfen wir wohl den Schluss ziehen, dass wir durch die Waldbestäubung eine sehr grosse Zahl von Maikäfern abgetötet haben und möglicherweise fast die ganze autochtone Maikäferpopulation vernichteten.

### 3. Einfluss der Bekämpfungsaktion auf den Engerlingsbefall im Boden

Durch den Kulturboden im behandelten Gebiet zogen wir im Herbst 1948 5 Streifen (Siehe Abb. 2) in denen total 460 Einzelgrabungen von je 1 m<sup>2</sup> Fläche ausgeführt wurden. Auch in der unbehandelten Umgebung wurden gleiche Ausgrabungen getätigt.

Die Mittelwerte der Grabungen, von Südwest nach Nordost ausgeführt, ergaben pro m<sup>2</sup> Boden folgenden Engerlingsbesatz:

#### a) Behandeltes Gebiet

##### Grandsivaz und Torny-le-Grand

1. Linie :	50,0 ± 12,1	Engerlinge pro m <sup>2</sup>
2. »	62,2 ± 10,2	» »
3. »	71,2 ± 11,6	» »
4. »	75,8 ± 10,3	» »
5. »	75,5 ± 11,2	» »

Durchschnitt 70 Engerlinge pro m<sup>2</sup>, 460 Sondierungen.

#### b) Unbehandeltes Kontrollgebiet

##### Mannens

1. Linie :	48,4 ± 7,4	Engerlinge pro m <sup>2</sup>
2. »	75,1 ± 10,9	» »

Durchschnitt 62 Engerlinge pro m<sup>2</sup>, 38 Sondierungen.

##### Middes

1. Linie :	52,0 ± 10	Engerlinge pro m <sup>2</sup>
2. »	45,0 ± 6,6	» »

Durchschnitt 49 Engerlinge pro m<sup>2</sup>, 33 Sondierungen.

##### Corseray

Durchschnitt 54 Engerlinge pro m<sup>2</sup>, 15 Sondierungen.

Aus diesen Zahlen ist ersichtlich, dass trotz der erheblichen Dezimierung der Maikäferpopulation der Engerlingsbesatz im Kulturboden des Versuchsgebietes ein recht hoher ist. Ferner zeigt sich, dass die Besiedlungsdichte von Südwesten nach Nordosten pro m<sup>2</sup> progressiv zunimmt. Auf diesen Umstand werden wir noch zurückkommen. Ein Vergleich der Befallsraten zwischen behandeltem und unbehandeltem Gebiet ergibt somit keine wesentlichen Unterschiede. Im behandelten Gebiet ist der durchschnittliche Engerlingsbefall sogar noch

etwas höher als im Kontrollgebiet. Diese Resultate überraschen nachdem wir oben zeigen konnten, dass durch die Waldrandbestäubung im Raume von Grandsivaz und Torny-le-Grand die autochthone Maikäferpopulation sehr stark dezimiert wurde. Auf diesen scheinbaren Widerspruch werden wir bei der zusammenfassenden Besprechung noch zurückkommen (Kap. E).

Aus einer grösseren Anzahl Bodenproben wurden sämtliche vorhandenen *Coleopteren*larven gesammelt und ihre Artzugehörigkeit bestimmt. Wir wollten dadurch den Prozentsatz der englerlingsähnlichen Larven feststellen, die unter Umständen zu Verwechslungen mit dem Maikäferengerling Anlass hätten geben können. Es fanden sich folgende Englerlingsarten:

	Versuchsgebiet		Kontrollgebiet	
	Anzahl	%	Anzahl	%
<i>Melolontha vulgaris</i> . . . . .	1513	86,7	460	91,6
<i>Melolontha hippocastani</i> . . . . .	56	3,2	0	0
<i>Phyllopertha horticola</i> . . . . .	89	5,1	13	2,6
<i>Hoplia spez.</i> . . . . .	53	3,0	7	1,4
<i>Amphimallus solstitialis</i> . . . . .	21	1,2	20	4,0
<i>Otiorrhynchus-Larven</i> . . . . .	13	0,8	2	0,4
	1745	100	502	100

Daraus ergibt sich, dass die echten Maikäferengerlinge im Versuchsgebiet 87 % und im Kontrollgebiet 91 % der gesamten Englerlingsfauna ausmachten.

Faunistisch interessant erscheint uns das ziemlich starke Auftreten der Englerlinge von *Melolontha hippocastani* im Versuchsgebiete und das Fehlen derselben in Mannens. Schon bei den entsprechenden Schüttelkontrollen zur Zeit der Versuchsdurchführung ist uns das ziemlich häufige Vorhandensein des Waldmaikäfers aufgefallen, variierte doch seine Zahl damals zwischen 1 und 5 % der gesamten Maikäfermenge. Bei den Englerlingen im Boden war er mit 3 % vertreten. Ebenfalls von Interesse ist das relativ starke Auftreten von *Phyllopertha horticola* mit 5,1 % gegenüber 2,6 % in Mannens, das gleiche gilt von *Hoplia*, während *Amphimallus* in Mannens überwiegt.

## E. Besprechung der Versuchsergebnisse

Um eine richtige Erklärung der Versuchsergebnisse geben zu können, müssen wir vorausgehend einige ökologische Beobachtungen anfügen, die wir im Zusammenhang mit dem Bekämpfungsversuche gemacht haben, und die für das Resultat des Versuches von grösster Bedeutung sind.

### 1. Kontrolle des abendlichen Dämmerungsfluges der Maikäfer

Während der Zeit vom 6.—12. Mai 1948 wurde am Abend bei Dämmerungsbeginn die Flugrichtung der Maikäfer an den verschiedenen Orten im Versuchsgebiet, sowie an zwei Stellen in der unbehandelten Umgebung beobachtet. Die Standorte der Beobachtungsposten

sind im Lagekärtchen Abb. 10 von Grandsivaz und Torny-le-Grand aufgezeichnet. Sie können folgendermassen charakterisiert werden :

- A. nordwestlich Torny-le-Grand im freien Feld, 50 m vom östlichen Rande des Buchenwaldes entfernt;
- B. am gleichen Wald, jedoch am westlichen Rande, ungefähr 100 m im freien Feld;
- C + D. nordwestlich von Mannens am Rande des Buchenwaldes, 50, resp. 100 m im freien Feld.

Die Standorte A und B liegen im Versuchsgebiet, C und D im Kontrollgebiet. Da ihre Lage eine ähnliche ist, so können die entsprechenden Beobachtungen verglichen werden.

Diese abendliche Flugkontrolle geschah nach einem einheitlichen Schema. Die Beobachter stellten sich in den Wiesen längs des Waldes, quer zu demselben auf, gegen den Horizont blickend und zählten, resp. schätzten die in ihrem Gesichtskreis aus den Wiesen zum Wald (Waldflug) und aus dem Wald in die Felder wegfliegenden Maikäfer (Feldflug). Protokolliert wurden die Wald- resp. Feldflüge in Intervallen von 5 Minuten über ein Gebiet von 30—40 m Breite, also einen relativ kleinen Ausschnitt des ganzen Maikäferfluges. Trotzdem sind die Beobachtungen, die gemacht werden konnten, wertvoll, geben sie uns doch ein recht deutliches Bild sowohl über die Stärke des Waldfluges, als auch über den Beginn und die Intensität des Feldfluges der Käfer.

Während der ganzen Beobachtungszeit begann der Dämmerungsflug zwischen 19.50 und 20 Uhr, erreichte sein Maximum zwischen 20.20 und 20.30 Uhr und hörte dann fast plötzlich um 20.35—20.45 Uhr auf, wie dies aus Abb. 9, die als charakteristisches Beispiel dienen kann, zu ersehen ist (Tab. 4).

Der Dämmerungsflug am 6. und 7. Mai zeichnete sich im Versuchsgebiete durch einen ausserordentlich starken Waldflug aus, entsprechend dem Ausflug der Käfer aus dem Boden, der zu diesem Zeitpunkt sein Maximum erreicht hatte. (Siehe Abb. 5a.)

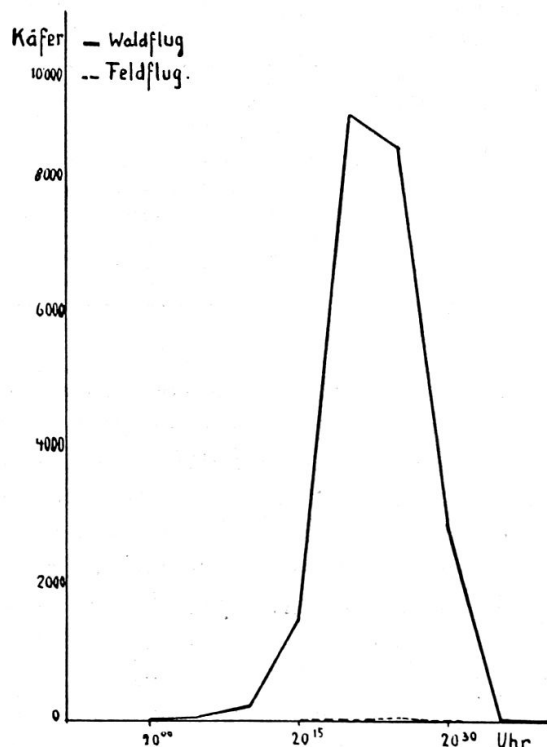


Abb. 9. — Dämmerungsflug ;  
graphische Darstellung.

*Dämmerungsflug (Feld- und Waldflug) im Versuchsgebiet  
und in der unbehandelten Umgebung*

TABELLE 4

Datum	A		B		C		D	
	W	F	W	F	W	F	W	F
6.5.48	42 000 362	116 : 1	23 000 426	54 : 1	505 100	5 : 1	528 44	12 : 1
7.5.48	50 000 1 :	140*	24 000 1 :	140*	925 132	7 : 1	526 31	17 : 1
8.5.48	10 000 1 :	50*	6 000 1 :	50*	525 7	73 : 1	368 13	28 : 1
9.5.48	3 080 47	66 : 1	2 654 9	274 : 1	57 1 :	166 3	96 1 :	96 1
10.5.48	981 10	98 : 1	841 70	12 : 1	26 1 :	138 5	42 1 :	129 3
11.5.48	13 950 16	8 442 : 1	8 450 2	3 465 : 1	298 1 :	732 2,4	188 1 :	590 3
12.5.48	33 976 2	16 870 : 1	9 209 4,6	1 996 : 1	1 979 1 :	3 858 1,9	1 070 1 :	2 329 2

Legende : W = Waldflug.

F = Feldflug.

6.5.1948 Witterung : warm, windstill.

\* Viele 100e und 1000e; es konnte nicht mehr gezählt, sondern nur noch das Verhältnis Wald- und Feldflug geschätzt werden. Ganze Wolken von Maikäfern kamen aus dem Wald.

A, B, C, D = Standorte (vgl. s. 19).

Zur Zeit des gesteigerten abendlichen Fluges surrte es in der Luft wie fernes Flugmotorengeräusch. Auch im unbehandelten Kontrollgebiet von Mannens hatten wir zur gleichen Zeit praktisch nur Waldflug, der Feldflug war noch ganz unbedeutend. Vom 8. Mai und besonders vom 9. Mai an wurde der Waldflug schwächer, zum Teil allerdings bedingt durch die Witterungsverhältnisse.

Diese Beobachtungen decken sich mit den Feststellungen in den Fangtüchern, denn auch da nimmt der Ausflug allmählich ab und ist am 10. Mai praktisch beendet.

Im Versuchsgebiet und auch im Kontrollgebiet von Mannens änderte sich die Situation ganz unvorhergesehen am 11. und 12. Mai. Der Waldflug stieg überraschender Weise zahlenmässig wieder ausserordentlich an, um schliesslich fast die Höhe vom 6. Mai zu erreichen.

Dieses Zunehmen des Waldfluges kann nicht auf einen erneuten Ausflug der Käfer aus dem Boden zurückgeführt werden, da dieser am 10. Mai ja praktisch beendet war und muss somit eine andere Ursache haben.

Auf Grund der Sektionsergebnisse (Tab. 6) müssen wir schliessen, dass es sich tatsächlich nicht um neu ausschlüpfende Tiere handelt, sondern besonders im Kontrollgebiet um solche, die offenbar zu einem *zweiten Reifungsfrass* neuerdings in den Wald flogen, nachdem sie diesen an den Vortagen verlassen hatten, um in den Feldern ihre ersten Eischübe abzulegen. Im Versuchsgebiet ist diese Erklärung auf Grund der Sektionsergebnisse und weiterer Beobachtungen für die erneuten Waldflüge nicht ausreichend, wie im folgenden Abschnitt dargelegt wird.

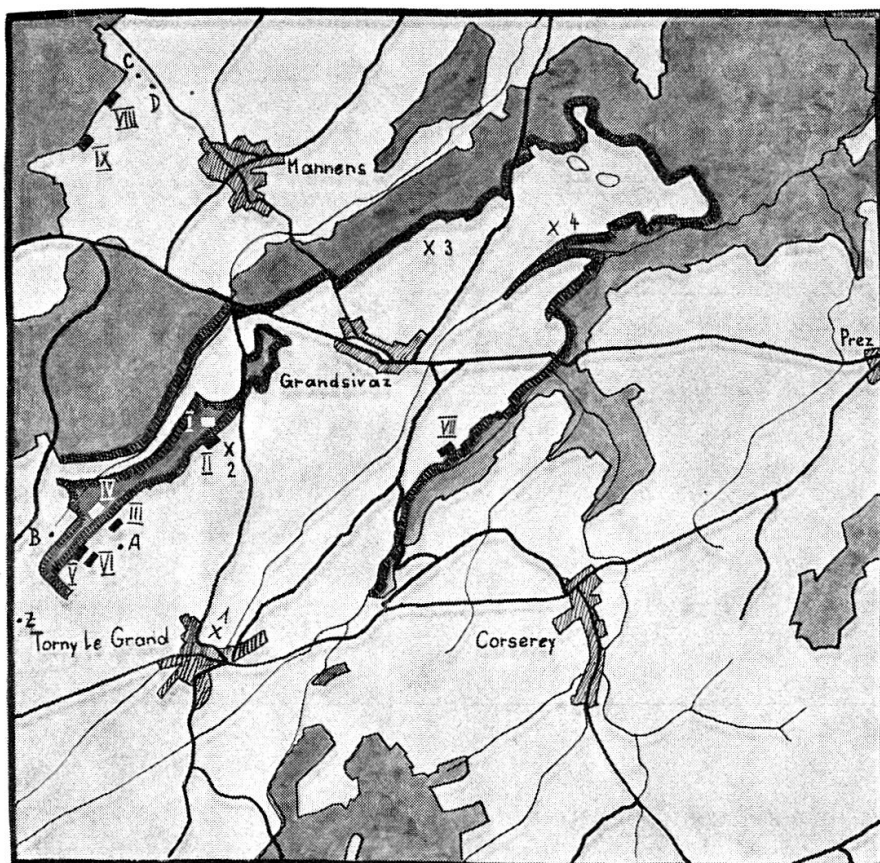


Abb. 10. — Karte mit Fangtüchern für den Ausflug (1—4 x), Kontrollposten für den Käferfall (I—IX), für den Dämmerungsflug (A—D), Zuflug (Z).

## 2. Erklärungsversuch für den erneuten Zuflug im Versuchsgebiet

Wie wir an Hand eingehender Beobachtungen feststellen konnten, ist das unerwartete Ansteigen des abendlichen Zufluges im Versuchsgebiet auf ein Eindringen von Käfern aus der unbehandelten Umgebung, insbesondere aus der Richtung von Middel und Corserey zurückzuführen.

Vom 11. Mai an beobachtete man am westlichen Buchenwald, besonders beim Beobachtungsort A, dass der abendliche Waldflug nicht wie an den Vortagen, senkrecht dem Walde zu erfolgte, sondern in der Hauptsache schräg aus der Richtung von Middel. Aber nicht nur in der Dämmerung fand ein solcher Einflug statt, sondern vom 11. Mai an flogen auch tagsüber die Käfer in grossen Schwärmen aus der selben Richtung in unser Versuchsgebiet ein. Wir begaben uns jeweils von 10—12 Uhr auf die kleine Anhöhe über dem Buchenwald (s. Abb. 10, z) und beobachteten diesen Zuflug. Zugleich fingen wir von den zufliegenden Käfern eine möglichst grosse Zahl ab und bestimmten Geschlecht und den Reifezustand der Ovarien (Letzteres durch Aufreissen der Abdomina) (Tab. 5).

### Reifezustand der bei Z zufliegenden Maikäfer

TABELLE 5

Datum	Total	♂	♀	Fänge, davon			Zuflugsstärke
				reif	½ reif	unreif	
11.5.	84	44	40	11	13	16	ziemlich stark
12.5.	41	20	21	6	5	10	sehr stark
13.5.	237	139	98	6	13	79	sehr stark
14.5.	—	—	—	—	—	—	sehr stark
18.5.	27	12	15	2	5	8	stark, starker Gegenwind
19.5.	—	—	—	—	—	—	sehr stark
20.5.	26	10	16	1	5	10	sehr stark
21.5.	40	11	29	6	9	14	stark

Aus dieser Zusammenstellung ergibt sich, dass während der ganzen Beobachtungszeit tagsüber aus der Richtung von Middel ein auffallender, starker Maikäferzuflug herrschte, der in seiner Intensität zeitweise beinahe einem starken Dämmerungsfluge gleichkam. Man sah die Käfer, vielfach in grosser Höhe aus der Richtung von Middel daherfliegen, um dann in grossen Massen dem Buchenwaldrande im

Versuchsgebiet zuzustreben. Dieser Zuflug tagsüber hielt nach den Beobachtungen eines Mitarbeiters, der sich noch längere Zeit im Versuchsgebiete aufhielt, bis mindestens zum 21.5. ununterbrochen an, wodurch wir im Versuchsgebiete eine starke Anreicherung von Maikäfern erhielten. Andererseits ergibt sich aus den Fangzahlen, dass beide Geschlechter an diesem Zufluge beteiligt waren und dass sowohl reife, halbreife und unreife Weibchen zuflogen. Bei den als unreif taxierten Tieren, die in grosser Zahl vorhanden waren, handelte es sich möglicherweise um Weibchen, die z. T. bereits ihre ersten Eischübe deponiert hatten. Viele derselben wiesen einen schaumigen Abdomeninhalt auf, was gewöhnlich bei solchen zum zweiten Mal in den Wald fliegenden Weibchen anzutreffen ist. Auch aus der Gegend von Corserey beobachteten wir vom 10. Mai an, sowohl abends, wie auch tagsüber einen massiven Zuflug in unser Gebiet.

Dass bei den zufliegenden Maikäfern viele reife und halbreife Tiere vorhanden waren, deutet auf einen « Hungerflug » aus der kahlgefressenen Umgebung hin. In der Tat waren in der Gegend von Middel sowohl die Wälder wie auch die Kirsch- und Walnussbäume, ja selbst die Apfel- und Birnbäume kahlgefressen und erschienen von weit her braun und dürr. Das gleiche gilt für das Gebiet von Corserey. Es ist verständlich, dass die Käfer von diesen Seiten her in die Laubwälder des Versuchsgebietes einflogen, da dieselben infolge der Bestäubung und Abtötung der autochthonen Maikäferpopulation bis zum 13. und 14. Mai noch zum grössten Teil voll und normal belaubt waren.

Durch diesen massiven Maikäferzuflug änderte sich dann aber die Belaubung der Waldbäume im Versuchsgebiet ziemlich rasch. Nach dem 10. Mai verloren die Bäume im Verlaufe weniger Tage von aussen her zusehends ihr Laub. Der starke Frass begann besonders auffällig am obern Waldrand bei Beobachtungsposten A, also an der Stelle wo die Zuflüge zuerst einsetzten, hauptsächlich aus der Richtung von Middel. Hier wurde der Wald innert 2 Tagen völlig kahl gefressen. Von dort her dehnte sich dann der starke Maikäferfrass gleichmässig fortschreitend weiter ins behandelte Gebiet aus, sodass wir am Ende der Flugperiode die bestäubten Waldränder sehr stark zerfressen vorfanden.

Bei diesem Zuflug wirkte sich der hufeisenförmig das Kulturland umschliessende Laubwald wie ein Fangsack aus. Die Maikäfer flogen, wie wir sahen, in Massen aus der unbehandelten Umgebung an die Waldränder; die Weibchen wurden geschlechtsreif und verblieben dann im Gebiete, wo sie auch ihre Eier deponierten.

Der Waldgürtel verhinderte ein Wegfliegen auf die Seite, da trächtige Weibchen nicht mehr sehr hoch und auch nicht weit fliegen. Die Anschauung, dass der Waldgürtel im Versuchsgebiet wie ein Fangsack wirkte, wird ferner durch den ansteigenden Engerlingsbefall von Süd-Westen nach Nord-Osten, d. h. von der Öffnung zum Grunde, belegt (Siehe Kap. D 3).

In diesem Zusammenhange kann noch auf folgendes hingewiesen werden. Der Dämmerungsflug der Maikäfer war während der ganzen Beobachtungsperiode im Versuchsgebiet ganz bedeutend, und zwar 500—1000 mal stärker (Tab. 4) als im Kontrollgebiet von Mannens und wurde dann durch den massiven Zuflug aus der Umgebung noch weiter gewaltig erhöht. Deshalb wäre unter natürlichen Verhältnissen, d. h. ohne Bestäubung, zu erwarten gewesen, dass auch der Engerlingsbesatz im Versuchsgebiet entsprechend höher wäre als in Mannens. Das trifft nun aber in keiner Weise zu, denn der Durchschnittsbefall in beiden Gebieten ist etwa gleich (Versuchsgebiet 70 Engerlinge pro m<sup>2</sup>, Kontrollgebiet 62 pro m<sup>2</sup>).

Die Erklärung für dieses Resultat darf u. E. in der erfolgreichen Bekämpfung der Maikäfer durch die Waldbestäubung gesucht werden, indem durch die Behandlung der Grossteil der autochthonen Maikäferpopulation abgetötet werden konnte. Später ist dann allerdings durch den Massenzuflug aus der unbehandelten Umgebung das durch die Bestäubung gerissene Loch wieder ausgeflickt worden. Auf diese *neu zufliegenden Käfer* aber ist der Engerlingsbefall im Versuchsgebiet zur Hauptsache zurückzuführen.

Eine weitere Stütze für diese Annahme erblicken wir in den Flugverhältnissen in der ersten Zeit nach dem Versuche. Im Versuchsgebiet zeigt der Feldflug bis zum 10. Mai eine sehr starke Reduktion, stärker als im Kontrollgebiet von Mannens. Zur Zeit des Dämmerungsfluges herrschte trotz der vorangegangenen Gewitterregen auch am 9. und 10. Mai eine Temperatur, die einen gewissen Feldflug erlaubt hätte. In Mannens konnte ein solcher auch beobachtet werden, während er im Versuchsgebiete fast vollständig unterblieb. Diese Beobachtung deutet erneut darauf hin, dass durch die Bestäubung der Wald grösstenteils von vorhandenen Maikäfern gesäubert wurde, wie man übrigens auch tagsüber deutlich am Befall der Bäume feststellen konnte.

In diesem Zusammenhange sollen auch unsere Untersuchungen über die Reifungszeit der Maikäfer im Versuchs- und Kontrollgebiete erwähnt werden, da sie einen weiteren Beitrag über die Wirkung der Bestäubung zu ergeben vermögen.

### 3. Reifung der Maikäfer

Wir haben während der ganzen Beobachtungszeit an den Standorten A—B und C—D während des Dämmerungsfluges von den ins Feld zurückfliegenden Käfern abgefangen und das Geschlecht und den Reifungszustand der Tiere bestimmt (Tab. 6).

Parallel zu obigen Untersuchungen schüttelten wir tagsüber Maikäfer von verschiedenen Laubbäumen am Waldrand und bestimmten deren Reifungszustand (Tab. 7).

*Reifungszustand der Maikäfer beim Dämmerungsflug  
an den Kontrollposten A, B, C und D*

TABELLE 6

Datum	Versuchsgebiet A + B						Kontrollgebiet C + D					
	Total	♂	♀	♀ reif	♀ ½ reif	♀ unreif	Total	♂	♀	♀ reif	♀ ½ reif	♀ unreif
6.5.	17	9	8	0	2	6	12	6	6	0	2	4
7.5.	28	8	20	0	3	17	10	3	7	0	3	4
8.5.	35	11	24	0	8	16	19	8	11	2	6	3
9.5.	38	28	10	0	4	6	25	7	18	2	8	8
10.5.	34	19	15	1	8	6	21	5	16	5	7	4
11.5.	123	37	86	74	8	4	20	3	17	10	4	3
12.5.	259	28	230	209	3	18	39	11	28	17	7	4

*Reifungszustand der am Waldrand geschüttelten Käfer  
im Versuchs- und Kontrollgebiet*

TABELLE 7

Datum	Versuchsgebiet						Kontrollgebiet					
	Total	♂	♀ reif	♀ ½ reif	♀ unreif	♀ % reif	Total	♂	♀ reif	♀ ½ reif	♀ unreif	♀ % reif
6.5.	567	216	0	47	304	0	842	416	0	62	364	0
7.5.	814	503	0	106	205	0	706	340	0	154	212	0
8.5.	642	274	0	171	187	0	732	303	9	138	282	2
9.5.	1725	933	0	506	286	0	1125	541	86	306	172	15
10.5.	240	74	1	66	99	1	1081	380	294	315	92	42
11.5.	2308	1130	123	745	310	48	1883	1270	368	142	103	61
12.5.	3061	1994	689	201	177	65	1290	475	597	128	90	73
13.5.	1977	1218	514	100	145	68	1332	604	503	117	108	69

Ein Blick auf die Tabellen 6 und 7 zeigt, dass wir im Versuchsgebiete erst vom 11. Mai an reife Maikäferweibchen auffanden, während im Kontrollgebiet von Mannens die ersten reifen Weibchen schon am 8. Mai auftraten. Vor der Bestäubung waren die Reifeverhältnisse in beiden Gebieten ungefähr gleich. Es darf angenommen werden, dass der zweitätige Entwicklungsunterschied der Weibchen auf die Bestäubung der Waldränder zurückzuführen ist. Da die zur Zeit der Bestäubung vorhandenen Käfer zum grossen Teil geschädigt und später abgetötet wurden (Tab. 3) traten reife Käfer erst wieder auf nach Auffüllen dieser Lücke durch den Zuflug von aussen her. Die

Zuflieger waren, wie wir bereits feststellten, z. T. reife und halbreife Weibchen, die im Gebiete dann ihre Vollreife erreichten. Nach relativ kurzer Zeit war im Versuchsgebiet das Verhältnis von reifen zu unreifen Weibchen dem Verhältnis in Mannens angeglichen.

4. *Warum konnte der Zuflug aus der unbehandelten Umgebung in unser Versuchsgebiet nicht verhindert werden?*

Das zur Bekämpfung der Maikäfer verwendete Stäubemittel, das an sich eine recht gute Haftfestigkeit aufweist, konnte den beiden Gewitterregen vom 9. und 10. Mai nicht genügend widerstehen. Die Waldränder im Versuchsgebiete waren demzufolge schon zwei Tage nach der Behandlung von dem für die Maikäfer giftigen Staube grösstenteils entblösst. Wohl versuchten wir mit einem Motorzerstäuber am 11. und 12. Mai die Waldränder neu zu bestäuben, doch gelang es auch dadurch nicht, das Resultat des Versuches wesentlich zu verbessern. Die zur Verfügung stehenden Motorzerstäuber waren für diese Aufgabe technisch nicht genug entwickelt. Die vom 11. Mai an in Massen aus der Umgebung zufliegenden Maikäfer fanden ihr Futter nur zum kleinsten Teil vergiftet vor, sodass der beschriebene, starke Frass an den Laubbäumen erfolgen konnte. Infolgedessen konnten praktisch alle Zuflieger ausreifen und im Versuchsgebiet zur Eiablage schreiten, worauf letzten Endes auch der verhältnismässig hohe Engerlingsbefall zurückzuführen ist.

Es scheint uns nicht ausgeschlossen, dass wir mit einem gut haftenden Spritzbelag, wie man ihn mit DDT-Spritzmitteln an den Obstbäumen erzielt, einen ganz andern Erfolg gegen die zufliegenden Maikäfer erhalten hätten. Die Maikäfer wären dann nicht nur einem Dauerkontakt ausgesetzt gewesen, sondern hätten auch ihr Futter für lange Zeit vergiftet vorgefunden.

Eine Stütze für diese Annahme liefern uns die guten Ergebnisse, die wir an den Obstbäumen im Gebiete erzielten. Der Maikäferfrass war dort ständig sehr gering und während 14 Tagen konnte unter den behandelten Bäumen anhaltend ein starker Käferfall festgestellt werden. Aus diesem Grunde werden wir bei der vorgesehenen Weiterbearbeitung des Problems für einen Dauerbelag auf den Laubbäumen an den Waldrändern sorgen. Dadurch hoffen wir, einen möglicherweise auftretenden Zuflug aus unbehandelten Gegenden ebenfalls erfolgreich bekämpfen zu können [vgl. GASSER (3), GASSER und WIESMANN (4)].

## F. Beobachtungen über das Verhalten der Wald- und Wiesenbiozönose in Bezug auf die Waldbestäubung

Neben den Beobachtungen über den Erfolg der Waldbestäubung zur Maikäferbekämpfung widmeten wir unsere Aufmerksamkeit auch dem Einfluss des DDT-Stäubemittels auf die Biozönose des ganzen behandelten Gebietes. Es kann uns nicht gleichgültig sein, wie die Klein- und Grosslebewelt des bestäubten Waldes und der angrenzenden Felder und Wiesen auf diese Behandlung reagiert. Von ganz besonderem Interesse war der Einfluss der Bestäubung auf die im Gebiete vorhandenen ca. 90 Bienenvölker. Diese praktisch wichtige Frage wurde hauptsächlich durch die Bienenabteilung der Eidg. Versuchsanstalt in Liebefeld-Bern in verdankenswerter Weise studiert. Wir erhofften, gerade auf diesem Sektor die Abklärung der strittigen Frage, ob das Dichlordiphenyltrichloräthan ein gefährliches Bienengift sei oder ob es sich als relativ harmlos für diese Nützlinge erweise.

Die Beeinflussung der Biozönose durch die Behandlung wurde von den Mitarbeitern unserer Abteilung, den Dres. W. Büttiker (Avifauna), H. Martin (Waldfauna), R. Lotmar (Wiesenfauna, Bienen), M. Reiff (Waldfauna), R. Waeffler (Wasserfauna) studiert.

### 1. Einfluss auf die Avifauna

Die Beobachtungen sollten zeigen, ob die Behandlung den Vogelbestand dezimiert, ob sie auf die Bruthandlungen und Fütterungshäufigkeit der Altvögel einen Einfluss hat, und ob ein Unterschied im Reagieren zwischen Höhlen- und Freibrütern besteht.

Zu diesem Zwecke wurden im Versuchsgebiet während 2 Monaten ca. 36 Vogelarten beobachtet, 10 Nistkasten aufgehängt und ein Terragraph konstruiert, der ermöglichte die Fütterungsintensität der *Höhlenbrüter* zu kontrollieren.

Auf diese Weise konnte festgestellt werden, dass die Zahl und Ablösungen der Brutpaare, die Ein- und Ausflüge auch während und nach der Behandlung in normalem Rahmen verliefen.

Mit Hilfe einer kartographischen Bestandesaufnahme über ein Gebiet von ca.  $1000 \times 100$  m war eine Kontrolle der *Freibrüter* möglich. Besondere Aufmerksamkeit wurde dem Füttern der Jungvögel mit behandelten Insekten geschenkt. Die Aufzucht der Jungen nahm ihren normalen Verlauf und es konnte im ganzen Gebiet während der Untersuchungsdauer kein geschwächter oder toter Vogel gefunden werden [Näheres siehe: BÜTTIKER (1)].

## 2. Einfluss auf die Insekten-Waldfauna

Es ist anzunehmen, dass bei einer Bestäubung des Waldes nicht nur die Maikäfer, sondern auch die übrige Waldfauna, namentlich die Insekten und andere Arthropoden, mehr oder weniger in Mitleidenschaft gezogen werden. Es war für uns daher selbstverständlich, auch diese Frage so eingehend wie möglich zu studieren. Zu diesem Zwecke wurden an verschiedenen Orten weisse Tücher (4 m<sup>2</sup>) und Papiere ausgelegt, um die von den Bäumen herunterfallenden Insekten zu sammeln und systematisch zu ordnen. Kontrolle vom Stäubetage 7.5. bis zum 10.5. täglich zweimal, dann bis zum 13.5. nur noch einmal pro Tag.

### a) Überblick der Waldfauna am Tage vor der Bestäubung

Ein Gang durch den Wald längs der Waldränder am 6. Mai ergab, dass wegen der relativ frühen Jahreszeit noch wenig Insekten zu finden waren. Auffallend gering waren am Waldrand auf den Sträuchern *Coleopteren* vertreten, die später im Jahr meist in grossen Mengen auf dem saftigen Laub der Bäume anzutreffen sind. In ziemlich grosser Zahl waren *Dipteren*, namentlich *Asiliden* und vor allem *Bibioniden* vorhanden. Längs des Waldrandes zählten wir 35 mehr oder weniger grosse *Formica rufa*-Nester, sowie Erdnester verschiedener *Formiciden*.

In den Kronen der zur Zeit eben erblühten Buchen und Rottannen schwärmten in grossen Mengen Bienen. Sie besuchten auch die zahlreichen, blühenden Schwarzdornsträucher am Waldrand.

### b) Verhalten der Insekten-Waldfauna nach der Bestäubung

Am Bestäubungstage wurde neben der Kontrolle der ausgelegten Tücher und Papiere auch das Verhalten der Insektenfauna im Walde und am Waldrande verfolgt. Es handelt sich dabei eher um Beobachtungen mehr zufälliger Art, da es in vielen Fällen fast unmöglich war, in der Waldstreu kleine, durch die Bestäubung geschädigte Insekten zu finden.

#### *Dipteren*

*Bibioniden*. Schon 2 Stunden nach der Bestäubung fand man auf den Waldwegen und den Wegen längs des Waldrandes grosse Mengen von *Bibio hortulanus*, oft als schwarze Schicht den Boden bedeckend. Bis zum 13.5. hatte sich die *Bibiopopulation* nicht mehr erholt. Man sah noch hie und da einzelne Tiere, sodass der *Bibiobestand* nicht ganz ausgerottet wurde.

*Asiliden*. 4—5 Stunden nach der Bestäubung konnten auf dem Boden des bestäubten Waldrandes einzelne, später je nach Art ziemlich viele *Asiliden* im Tremor beobachtet werden. Am Tage nach der Bestäubung und bis zum 13.5. sah man wieder normale Tiere, sodass anzunehmen war, die Population erhole sich.

*Syrphiden*. Die wenigen beobachteten *Syrphiden* auf den Sträuchern am Waldrand zeigten keine Vergiftungen. Am 13.5. waren an den Waldrändern viele normale *Syrphiden* vorhanden. Diese Fliegen schienen unter der Waldbestäubung wenig gelitten zu haben.

*Tipuliden*. Es wurden einzelne im Krampf befindliche *Tipuliden* festgestellt.

*Andere Dipteren*. Oft in grossen Mengen fand man verschiedene *Musciden* auf den Waldwegen und am Waldrand mit starken Vergiftungen.

### *Lepidopteren*

Imagines flogen zur Zeit der Bestäubung erst in ganz geringen Mengen, dagegen hingen einige Zeit nach der Bestäubung zahlreiche Gross- und Kleinschmetterlingsraupen an Fäden von den Bäumen herunter, wobei *Cheimatobia brumata* in ziemlicher Anzahl zu finden war. Am Waldrande auf Brennesseln, die einen leichten Gesarolstaubbelag aufwiesen, zeigten  $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$  ausgewachsene *Vanessa urticae* Raupen starken Tremor, an dem sie grösstenteils bis zum 13.5. eingingen.

### *Rhynchoten*

Während der ganzen Beobachtungszeit fand man normale *Pentatomiden* auf den Sträuchern am Waldrand, *Aphiden* auf Kirschwildlingen und Rottannen in Waldlichtungen, sowie *Cicaden* auf den Gräsern am Waldrande.

### *Hymenopteren*

Nach der Bestäubung gewahrte man am Waldrande überall blütenbesuchende Hummeln. Das Bild änderte sich bis zum 13.5. in keiner Weise. Die *Formiciden*, die besonders eingehend beobachtet wurden, zeigten nirgends auffallendes Verhalten. Am Bestäubungstage konnte man immer wieder sehen, wie Ameisen geschädigte *Bibioniden* und andere *Dipteren*, sowie *Lepidopteren*raupen in ihre Bauten schleppten. Im Tremor befindliche Ameisen wurden während der ganzen Zeit nur vereinzelt beobachtet. Unter bestäubten Kiefern am Waldrande fanden wir einige geschädigte Blattwespenimagines, die später an der Vergiftung eingingen.

### Coleopteren

An Käfern mit Krämpfen wurden in einzelnen bis mehreren Exemplaren beobachtet: *Rhagium*, *Curculioniden*, *Cicindelen*, *Carabiden*; in grösserer Zahl ohne Schäden: *Lacon murinus*, verschiedene *Coccinelliden*.

### Orthopteren

*Gryllus campestris*, am Waldrand in grosser Zahl, zeigten keine Vergiftungen. Auch Heuschrecken in einer kleinen Waldlichtung verhielten sich normal.

### Spinnen

Die zahlreichen Spinnen am Waldrande und in bestäubten Waldwiesen erwiesen sich während der ganzen Beobachtungszeit normal.

*Ergebnisse der Untersuchungen der Fauna auf den Fangtüchern und Papieren.* Eine Zusammenstellung der geschädigten Tiere auf den Unterlagen ergab folgendes Bild (Tab 8).

### Wald-Insektenfauna auf den Fangtüchern

TABELLE 8

Zeit nach Bestäubung	Diptera	Rhynchota	Coleoptera	Lepidoptera	Hymenoptera		Spinner	Div.	Summen	%
					Form.	Sch. w*				
Stäubetag	902	325	269	63	17	73	4	6	1659	58,6
1. Tag	238	140	171	125	10	31	19	4	738	21,1
2. Tag	205	11	34	6	15	3	7	4	285	19,0
3. Tag	37	13	31	3	16	9	4	2	115	4,2
4. Tag	10	—	—	—	—	3	—	—	13	0,4
5. Tag	—	2	12	1	—	—	1	—	16	0,5
6. Tag	3	—	3	—	—	—	—	—	6	0,2
Summen	1395	491	520	198	58	119	35	16	2832	—
%	48,9	17,4	18,4	6,7	2,1	4,5	1,4	0,6		

\* = Schlupfwespen.

Auf den total 76 m<sup>2</sup> umfassenden Fangstellen wurden demnach 2832 Insekten festgestellt, die unter der Bestäubung gelitten hatten. Mehr als 50 % der geschädigten Insekten waren am Tage der Behandlung zu finden, während am Tage nachher die Menge der Tiere auf  $\frac{1}{4}$  und dann auf  $\frac{1}{10}$  sank. Sechs Tage nach der Bestäubung war das allg. Insektensterben praktisch vorüber. Wir stellen also fest, dass die Waldbestäubung in Bezug auf die Insektenfauna keine nachhaltige Wirkung ausübte.

Untersucht man die einzelnen Insektengruppen, dann fällt auf, dass die *Dipteren* mit fast der Hälfte der Gesamtzahl an der Spitze stehen, mit sehr weitem Abstand die *Coleopteren* und die *Rhynchoten* folgen, während die übrigen Insekten total nur 15 % ausmachen. Unter den geschädigten Gattungen waren vorhanden :

*Dipteren* : Total 1395, davon :

<i>Bibio hortulanus</i> . . . . .	238
<i>Syrphiden</i> . . . . .	12
<i>Musciden</i> und Gallmücken. . . . .	1145

*Rhynchoten* : Total 491, davon :

Wanzen . . . . .	445
<i>Aphiden</i> . . . . .	20
<i>Cocciden</i> . . . . .	3
Übrige . . . . .	23

*Coleopteren* : Total 520, davon :

<i>Curculioniden</i> . . . . .	307 (viele <i>Phyllobius</i> , <i>Orchestes fagi</i> )
<i>Coccinelliden</i> . . . . .	16
<i>Elateriden</i> . . . . .	6
<i>Staphyliniden</i> . . . . .	3
<i>Halticiden</i> . . . . .	7
<i>Meltingethes</i> . . . . .	5
<i>Carabiden</i> . . . . .	5
<i>Scolytiden</i> . . . . .	5
Übrige . . . . .	166

*Lepidopteren* : Total 198, davon :

Micro-Raupen . . . . .	19
Macro-Raupen . . . . .	177 (sehr viele <i>Cheimatobia brumata</i> )
Micro-Imagines . . . . .	2

*Hymenopteren* : Total 177, davon :

<i>Formiciden</i> . . . . .	58
Parasit. <i>Hymenopteren</i> . . . . .	119

Unter den diversen Insekten befanden sich .

<i>Orthopteren</i> . . . . .	3
<i>Hemerobiden</i> . . . . .	2

### c) Übersicht

Aus all diesen Aufzeichnungen geht deutlich hervor, dass die Insektenwaldfauna durch die Bestäubung nur wenig in Mitleiden-schaft gezogen wurde. Sie war zur Zeit der Behandlung eigentlich erst im Erwachen begriffen.

### 3. Einfluss auf die Wiesenfauna, speziell die Honigbienen

Von grösstem Interesse für die Bienenzüchter, sowie für die übrige landwirtschaftliche Praxis war das Verhalten der Bienen im bestäubten Gebiete. Am Tage vor der Bestäubung flogen die Bienen in grosser Zahl an den blühenden Obstbäumen, auf den Wiesenblumen (besonders Löwenzahn) und im Walde, wo Buchen und Rottannen in voller Blüte standen. Da nicht nur der Wald, sondern auch die angrenzenden Wiesen durch Abtrift Stäubemittel erhielten, beobachteten wir das Verhalten der Bienen an beiden Orten.

Gleichzeitig wurde von der Bienenabteilung der Eidg. Versuchsanstalt Liebefeld-Bern ein grosser Bienenstand mit 24 Völkern im Versuchsgebiete einer eingehenden und fortlaufenden Kontrolle unterzogen.

Unsere eigenen Beobachtungen ergaben folgendes :

Sowohl am Stäubetage wie an den folgenden Tagen wurden Wiesenblumen, Obstbäume und blühende Buchen- und Rottannen von den Bienen stark befliegen. Es konnte kein abnormes Verhalten beobachtet werden.

Am Stäubetage und an den beiden folgenden Tagen konnten am Boden vor dem mit 24 Völkern besetzten Stande ausser 160 toten Tieren etwa 20 halbgelähmte (die Hinterbeine nachschleppende) Bienen gezählt werden. In den drei nächsten Tagen (10.—12.5.) fanden sich neuerdings rund 460 tote Bienen vor den Fluglöchern. Dies ergibt für die ersten 6 Tage nach der Bestäubung einen Abgang von durchschnittlich 26 toten Bienen pro Volk. Dies ist eine im Hinblick auf die gesamte Volksstärke absolut zu vernachlässigende Zahl. Der bis zum 20.5. vom Bienenzüchter selbst ausgezählte Totenfall wird von ihm

als durchaus normal angegeben. Bei einem Besuch am 30.5. machte er uns die Angabe, dass sein Wagvolk in den 3 Wochen seit der Bestäubung um 32 Kg zugenommen habe. Er ist der Meinung, dass durch die Behandlung der Waldränder kein irgendwie sichtbarer Schaden an seinen Bienenvölkern entstanden ist, obwohl während der Bestäubung zweimal eine Staubwolke über den Bienenstand hinwegging und ein Grossteil seiner Bienen im bestäubten Walde Buchen- und Tannennpollen höselte.

#### 4. Einfluss auf die Wasserfauna

Zur Abrundung unserer Beobachtungen über den Einfluss der Waldbestäubung auf die Biozönose wurde auch die Wasserfauna untersucht, um die Wirkung des auf die Wasseroberfläche abgetrifteten DDT-Stäubemittels zu verfolgen.

##### *Fliessende Gewässer*

Das Versuchsgebiet wird von 3 kleinen Bächen entwässert, die streckenweise den behandelten Waldrändern sehr nahe liegen. Durch die Bestandesaufnahme vor und nach der Bestäubung konnte kein Einfluss auf ihre Fauna festgestellt werden.

##### *Stehende Gewässer*

Nordöstlich von Grandsivaz, im tiefsten Teile des Versuchsgebietes liegt ein Verlandungsmoor, umgeben von Äckern und Wiesen, umrahmt von Laub- und Mischwald. In den tiefsten Stellen einer Mulde befinden sich 2 Wasseransammlungen, von denen eine durch Seggenbüsche stark verlandet ist, die andere dagegen eine ca. 8000 m<sup>2</sup> grosse Wasserfläche aufweist. Dieser Teich, von Schilf und Binsen bestanden, stösst auf der Nordseite direkt an den Wald, ist 2—3 m tief, abflusslos und beginnt vom Ufer her durch hohe Carexbüsche zu verlanden.

Bestand in der Uferzone am 6.5.1948

Vögel : Blässhuhn 1 Paar,  
Teichhuhn 1 Paar (Vergl. Avifauna)

Frösche : Wasserfrösche sehr viele  
Grasfrösche vereinzelt  
Laubfrösche viele in den Seggenbüschen  
Kaulquappen beinlos bis 1. Beinpaar in riesigen Mengen in  
den Charawiesen am Teichrand

Molche : Teich- und Kammolch in geringer Zahl  
 Egel : Blut- und Rossegel viele  
 Wasserschnecken : *Limnaea* und *Planorbis* in grosser Zahl  
 Coleopteren : Gelbrand, *Halipiden*, *Hygrobiden* wenige  
 Trichopteren : *Limnophiliden*, zahlreiche fast ausgewachsene Larven  
 Chironomiden : Larven in grosser Zahl  
 Ephemeriden : Larven sehr viele  
 Plankton : sehr reich an *Daphnien*, *Cyclops*, *Chydorus*, *Hydroacariden* und Grünalgen

Bis zum 13.5. wurde täglich das Verhalten der Wasserfauna beobachtet.

- 7.5.1948 Nach der Bestäubung ist ein feiner Belag auf der Wasseroberfläche entlang dem Waldrand sichtbar, der sich auf ca.  $\frac{1}{4}$  der Gesamtfläche verteilt. Keine Veränderung der Fauna. Die Frösche verhalten sich normal. Die Wassertemperatur an verschiedenen Stellen gemessen beträgt 20—22° C.
- 8.5.1948 9 Uhr. 45 tote und 55 schwer lädierte Frösche. Die Vergiftungserscheinungen sind typisch. Zuerst wurden die Hinterbeine gelähmt, sodass die Tiere nicht mehr aktiv schwimmen und auch nicht mehr fliehen können. Später fallen sie auf den Rücken und zucken in dieser Stellung noch einige Stunden, bis nach ca. 24 Stunden der Tod eintritt. Beim Abschreiten des ganzen Weihers zeigte sich, dass nur an den Stellen, die Stäubemittel aufwiesen, tote oder lädierte Frösche vorhanden waren. Kaulquappen in der selben Gegend zeigten keine Vergiftungserscheinungen, ebenso nicht die dort befindlichen Molche, dagegen wurde ein toter *Dytiscus* festgestellt. Mittags flogen frisch aus dem Wasser geschlüpfte Libellen in grosser Zahl, deren Larvenhäute an den Charabüschen zu finden waren.
- 9.5.1948 10—11 Uhr. Belag immer noch sichtbar, hat sich weiter ausgebreitet. Die Zahl der toten Frösche ist auf 163, diejenige der lädierten auf 35 gestiegen. Es handelt sich in der Hauptsache um *Rana esculenta*, *R. temporaria* ist nur in einzelnen Exemplaren vertreten. Kaulquappen und Blutegel verhalten sich normal, letztere saugen in Massen an den toten Fröschen, ebenso sind normal die Laubfrösche in den deutlich bestäubten Seggenbüschen. Es wurden 2 tote *Dytiscus* gesichtet. Das Plankton ist im Vergleich zum Vortage ganz normal.
- 10.5.1948 9—11 Uhr. Es finden sich erneut 134 tote und 18 schwer lädierte Frösche. Der Gesarolbelag ist verschwunden (Gewitter am Vorabend). Nahe am Teichrand liegen 6 tote Molche.
- 11.5.1948 Nur noch vereinzelte tote Frösche.
- 12.5.1948 dito.

Das nächtliche Froschkonzert hatte trotz der ziemlich grossen Anzahl getöteter Frösche an Intensität seit der Bestäubung nicht merklich abgenommen. Wir schätzen, dass wir maximal  $\frac{1}{4}$  der ganzen Froschpopulation dezimiert hatten, während die übrige Wasserfauna nicht erfassbar geschädigt wurde. So hatten wir auch bei den

Molchen ganz geringe Verluste, bei den Kaulquappen und Wasserschnecken treten überhaupt keine toten Tiere auf. Unter den Insekten hatten nur die Wasserkäfer (*Dytiscus*) gelitten, während die übrigen, unter dem Wasser befindlichen Insekten (*Trichopteren*, *Odonaten*, *Wasserskorpione*) keine Verluste zu verzeichnen hatten.

Die Gesarolbestäubung der Umgebung ist also auch auf die Wasserfauna (mit Ausnahme der Frösche) fast wirkungslos geblieben.

### G. Zusammenfassung

1. Es wurde versucht, durch Flugzeugbestäubung von ca. 40 ha Waldrand mit einem 5 %-igem DDT-Produkt [Gesarol] die Maikäferpopulation eines Kulturgebietes von 400 ha zu vernichten. Vorgängig ergaben 300 Bodensondierungen einen Besatz von 12 Käfern pro m<sup>2</sup>, was einer Population von etwa 48 Millionen entspricht. Der Ausflug, kontrolliert in Fangtüchern, dauerte vom 20.4. bis 13.5. und wies 2 witterungsbedingte Maxima auf.

2. Durch das Bestäuben der Laubwaldränder, den Orten des Reifungsfrasses, gelang es uns, die autochthone Maikäferpopulation sehr schwer zu schädigen. Der Käferfall im Wald und an den Waldrändern war im Vergleich zum unbehandelten Kontrollgebiet sehr hoch und betrug im Durchschnitt 229 Maikäfer pro m<sup>2</sup> Bodenfläche. Wir vernichteten durch die Bestäubung beträchtlich mehr Maikäfer, als man durch ein systematisches Sammeln nach alter Methode je erfasst hätte.

3. Der Engerlingsbefall im Versuchsgebiet ist trotz des guten Abtötungserfolges der Maikäfer verhältnismässig hoch und ungefähr gleich stark wie im Kontrollgebiet. Gestützt auf unsere Beobachtungen über den Dämmerungsflug, die Reifung der Weibchen und den nachträglichen *massiven Zuflug* aus Nachbargebieten, ist dies u. E. hauptsächlich durch den Letzteren begründet. Der hufeisenförmige Wald, der das Kulturland umschliesst, hat für die zufliegenden Käfer wie ein Fangsack oder Sammeltrichter gewirkt. Die reifen Weibchen konnten diesen nicht mehr verlassen und legten daher ihre Eier im Versuchsgebiete ab. Die zufliegenden Maikäfer sind, da der Belag zwei Tage nach der Bestäubung durch Gewitterregen zum grössten Teil unwirksam gemacht wurde, nicht mehr abgetötet worden.

4. Die Wirkung der Gesarolspritzung der Obstbäume war im Versuchsgebiete ausgezeichnet, denn sie trugen eine Normalernte. Da ein Kahlfrass verhindert wurde, ist auch für nächstes Jahr Aussicht auf einen guten Ertrag.

In der unbehandelten Umgebung, namentlich in Middel, waren die Obstbäume, besonders die Kirsch-, Zwetschgen- und Apfelbäume, sowie die Walnussbäume, von den Käfern in kurzer Zeit kahlgefressen.

Sie gaben keine Ernte und werden auch nächstes Jahr keine Früchte tragen.

5. Die Bestäubung blieb auf die Avifauna und die Bienen, wie auch auf die Biozönose des Waldes, der Wiesen und des Wassers bedeutungslos.

6. Zur weiteren Abklärung der Methode sind Versuche mit einem regenbeständigen, flüssigen DDT-Produkt vorgesehen.

## LITERATUR

- (1) BÜTTIKER, W., 1948. *Flugzeugbestäubung mit Gesarol gegen den Maikäfer und ihre Auswirkung auf die Vogelwelt*. *Vögel der Heimat*, 18, 169.
- (2) CLAUSEN, R., 1948. *La lutte chimique contre le hanneton commun*. *Mitt. Schweiz. Entomol. Ges.*, 21, 403.
- (3) GASSER R., 1949. *Expériences sur la lutte contre les hannetons (Melolontha melolontha L.)*. 2<sup>e</sup> Congrès international de la défense des végétaux. Londres, juillet 1949.
- (4) GASSER R. et WIESMANN R., 1950. *Contribution à l'écologie et à la destruction du hanneton (Melolontha melolontha L.)*. *Rev. de path. végét. et d'entomol. agr. de Fr.*
- (5) RÉGNIER, R. et HURPIN, B., 1948. *Résultats des recherches de 1948 sur le hanneton commun*. *Compt. Rend. Acad. Agr. Fr.* 34, 22 déc.
- (6) SCHNEIDER-ORELLI, O., 1949. *Die Maikäferflugjahre in der Schweiz nach dem Stande der Untersuchungen von 1948*. *Schweiz. Zeitschr. Obst- und Weinbau*, 58, 105.
- (7) WIESMANN, R., 1943. *Weitere Versuche mit Gesarol im Obstbau*. *Schweiz. Zeitschr. Obst- und Weinbau*, 52, 171.
- (8) — 1945. *Erfolgreiche Bekämpfung des Maikäfers mit Gesarol*. *Schweiz. Zeitschr. Obst- und Weinbau*, 54, 159.
- (9) — 1947. *Versuch zur Bekämpfung der Maikäfer mit Gesarol Stäubemittel im Wallis*. 1947. Unveröffentlicht.
- (10) THIEM, H., 1947. *Ein Grossversuch zur Bekämpfung des Maikäfers mit Gesarol in der Gemeinde Seeheim*. *Nachrichtenbl. Dtsch. Pflanzenschutzdienst*, Heft 1 u. 2.