

Cantharidin als Gift und Anlockungsmittel für Insekten.

Von Karl Görnitz.

(Versuchsstelle für Pflanzenschutz der Schering-Kahlbaum A.-G., Teltow-Seehof.)

(Mit 6 Textfiguren.)

Inhaltsübersicht.

- I. Vorkommen und Eigenschaften des Cantharidins.
- II. Cantharidin als Insektengift.
 - a) Allgemeine Wirkungssymptome.
 - b) Versuche über Wirkungsbereich, Konzentrationen und Art der Giftwirkung.
- III. Die Lockwirkung des Cantharidins auf Insekten.
 - a) Beobachtungen an Cantharidinködern.
 - b) Zur Biologie der canthariphilen Arten.
 1. *Notoxus monoceros* L.
 2. Andere Anthiciden.
 3. *Anthomyia pluvialis* L.
 4. *Kempia brunnipes* Meig. und andere Ceratopogoniden.
 5. Sonstige Dipteren.
 6. *Perilitus plumicornis* Ruthe.
 - c) Sinnesphysiologische Versuche.
 1. Die Grenze der Lockwirkung (Lockschwelle).
 2. Verhalten der Insekten bei gleichzeitiger Darbietung verschiedener Cantharidinmengen.
 3. Zusätze von Riechstoffen zu Cantharidinködern.
 - d) Schlußbemerkungen über Geruchs- und Attraktivstoffe.
- IV. Schriftenverzeichnis.

Seit einer Reihe von Jahren führe ich in Zusammenarbeit mit Herrn Dr. Schotte (Hauptlaboratorium der Schering-Kahlbaum A. G.) umfangreiche Untersuchungen aus über die insecticide Wirkung pflanzlicher und tierischer Drogen bzw. der in ihnen enthaltenen wirksamen Stoffe. Hierbei wurde im Frühjahr 1934 im Cantharidin ein neues Insektengift gefunden, dessen Wirkung an diejenige der besten bekannten Insecticide heranreicht¹⁾. Diese Eigenschaft muß um so mehr überraschen, als das Cantharidin in bestimmten Insekten enthalten ist und bisher ausschließlich aus Insekten gewonnen wird.

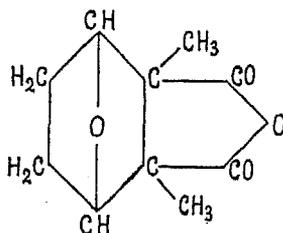
I. Vorkommen und Eigenschaften des Cantharidins.

Cantharidin kommt im Körper von Käfern aus der Familie der Meloiden (*Vesicantia*) vor. Es wurde u. a. bei den Gattungen *Lytta*, *Zona-bris*, *Meloë*, *Pseudomeloë*, *Epicauta*, *Sitaris*, *Pyrota* und *Hornia* nachgewiesen und findet sich vor allem in deren Blut und in den Nebendrüsen

¹⁾ Diese Wirkung des Cantharidins ist Gegenstand einer Patentanmeldung vom 30. V. 34.

des männlichen Geschlechtsapparates. Der Cantharidingehalt der Käfer wird mit 0,26 – 0,49 % angegeben. Wie Beauregard (1) feststellte, enthalten auch die Eier und Larven von Meloiden Cantharidin. In Raupen, Heuschrecken und Mehlwürmern hat man ebenfalls das Vorkommen von Cantharidin vermutet, doch konnte hierfür noch kein sicherer Beweis erbracht werden.

Cantharidin ($C_{10}H_{12}O_4$)¹⁾ bildet farblose und geruchlose rhombisch-bipyramidale Kristalle vom Schmelzpunkt 218°. Im Warmen sublimiert es leicht und kristallisiert an den Wänden der Aufbewahrungsgefäße wieder aus; daher bezeichnet man es auch als Cantharidenkampher. Es löst sich in kaltem Wasser nur im Verhältnis 1 : 30 000, in 1 % iger Schwefelsäure 1 : 8 000; leicht löslich ist es dagegen in fetten Ölen und deren Lösungsmitteln, wie Chloroform, Essigaether u. a. Die in der zoologischen Literatur (29, 32) angegebene Konstitutionsformel von H. Meyer, wonach Cantharidin ein β -Lakton einer Ketonsäure darstellt, ist heute als überholt zu betrachten. Seine Konstitution als Endooxo-dimethyl-hexahydrophthalsäureanhydrid wurde vielmehr erstmalig von Gadamer (19) richtig erkannt:



Einen von Gadamer unabhängigen Konstitutionsbeweis lieferten v. Bruchhausen und Bersch (4). Die Synthese des Cantharidins ist noch nicht durchgeführt, da das Verfahren von Diels und Alder (10) wegen der beiden quaternären Kohlenstoffatome beim Cantharidin versagt.

Cantharidin übt auf die Haut eine starke Reizwirkung aus, die sich zunächst in Rötung und dann in der Bildung von mit Exsudat gefüllten Blasen äußert. Innerlich verabreicht verursacht es neben starken Reizungen des Verdauungstraktes auch schwere Erkrankungen des Nervensystems: Es erscheinen Symptome des Starrkrampfes, Krämpfe, Pulsabnahme, allgemeine Lähmung, Kopfschwindel, Schwäche und komatöser Zustand, bis schließlich der Tod eintritt. Bei Ausscheidung durch die Nieren kann es heftige Nierenentzündungen, verbunden mit Reizungen der Harnblase und

¹⁾ Die nachfolgenden Angaben über die Chemie des Cantharidins verdanke ich Herrn Dr. Schotte.

der Geschlechtsorgane verursachen; darauf ist es zurückzuführen, daß in früheren Zeiten cantharidinhaltige Insekten zur Bereitung von Liebestränken dienten. Die tödliche Dosis für den Menschen beträgt 0,03 g, während das Kaninchen und vor allem der Igel wesentlich mehr vertragen. Auf Vögel scheint Cantharidin überhaupt keine nachteilige Wirkung auszuüben; so berichtet Heikertinger (23), daß Csiki im Magen einer Großtrappe 30 Exemplare von *Meloë hungarus* fand und daß Verbeck auf Java beobachtete, wie die dortige Hausschwalbe, *Hirundo daurica strolata*, ihre Jungen fast ausschließlich mit der giftigen, blasenziehenden Meloide *Epicauta ruficeps* großzog.

Pharmakologische Anwendung findet meist nicht das reine Cantharidin, sondern getrocknete Meloiden, die officinell den Namen „Cantharides“ führen. Man benutzt sie zur Herstellung blasenziehender Pflaster und Salben und verwendet sie auch innerlich als Diureticum gegen Wassersucht, bei Krankheiten der Harn- und Geschlechtsorgane, gegen Gicht, bei Bronchitis usw. Ausführlichere Angaben über Vorkommen und Eigenschaften des Cantharidins finden sich bei Martini (29) und Pawlowsky (32).

Daß bestimmte Insekten, ohne Schaden zu nehmen, Cantharidin vertragen können, beweist das Vorkommen einer ganzen Anzahl von Vorratschädlingen in getrockneten Canthariden. Pawlowsky nennt folgende Arten: *Sitodrepa panicea*, *Anthrenus varius*, *Plinus fur*, *Cryptophagus cellaris*, *Dermestes lardarius* sowie verschiedene Milben. Wir selbst bewahren seit drei Jahren eine Probe getrockneter Spanischer Fliegen auf, in der sich fortlaufend zahlreiche Brotkäfer entwickeln und die Droge allmählich zu einem feinen braunen Pulver verarbeiten. Andererseits scheinen aber nach Versuchen von Cuénot (9) *Meloë*-Arten dank ihres Cantharidgehalts vor den Angriffen räuberischer Insekten geschützt zu sein; auch Maulwurfsgrillen und Maikäfer, die mit einer Lösung der Kaliumverbindung des Cantharidins bestrichen waren, wurden von einem *Carabus* nicht angerührt. Aus diesen Versuchen ist aber natürlich nicht zu entnehmen, daß Cantharidin etwa für die angreifenden Insekten in hohem Maße giftig wäre; denn es existieren bekanntlich sehr viele Angaben darüber, daß bestimmte Insekten zur Abwehr von Feinden ätzende Flüssigkeiten ausscheiden, ohne daß man deshalb diese Ausscheidungen als schwere Gifte für den Angreifer ansieht.

II. Cantharidin als Insektengift.

Die Prüfung der insecticiden Wirkung des Cantharidins erfolgte durch Verstäuben pulverförmiger Präparate, die im Hauptlaboratorium der Schering-Kahlbaum A.-G. durch innige Vermahlung der kristallisierten

Verbindung¹⁾ mit Talkum hergestellt waren. Diese Standardpräparate hatten einen Gehalt von 1⁰/₀, 0,5⁰/₀, 0,25⁰/₀ und 0,1⁰/₀ Cantharidin. Daneben wurden auch Vermahlungen der käuflichen russischen (*Lytta vesicatoria* L.) und chinesischen (*Zonabris cichorii* L. und *phalerata* Pall.)²⁾ Canthariden geprüft. Als Versuchstiere dienten vor allem Raupen von *Liparis monacha* L., von denen wir das ganze Jahr über Dauerzuchten unterhalten. Außerdem wurden je nach dem Versuchszweck auch andere Raupen und Insekten möglichst verschiedener Ordnungen in die Versuche einbezogen.

Die Versuche wurden nach den allgemein üblichen Prüfungsmethoden für Insecticide durchgeführt. Wo verschiedene Konzentrationen miteinander verglichen werden sollten, erfolgte die Bestäubung mit Hilfe des von mir (20) beschriebenen Dosierungsapparates.

a) Allgemeine Wirkungssymptome.

Bestäubt man im Laboratorium einige ältere Nonnenraupen mit 1⁰/₀ igem Cantharidinpulver, so bemerkt man zunächst keinerlei auffällige Reaktionen. Die Raupen fressen nach der Bestäubung ruhig weiter, kriechen gelegentlich umher und verhalten sich am ersten Tage scheinbar ganz normal. Bei genauerem Zusehen wird man allerdings einige Stunden nach der Behandlung erkennen, daß ein Teil der Raupen beginnt, unruhig hin und herzukriechen und dabei eine merkwürdig bucklige Haltung einnimmt; andere, die ruhig an den Nadeln sitzen, lassen zuweilen den Vorderkörper etwas herabhängen. Aber all diese Symptome sind wenig deutlich und werden nur dem auffallen, der den ganzen Vergiftungsverlauf schon kennt. Um so auffälliger ist aber das Bild zu Beginn des nächsten Tages: Einige Raupen liegen tot oder schwer gelähmt am Boden des Versuchszwingers; die meisten aber haben sich nur mit dem Vorderkörper von den Nadeln gelöst und hängen, nur noch von einem oder mehreren Bauchfüßen gehalten, herab (Fig. 1). In dieser Stellung bleiben sie auch nach dem Absterben und Eintrocknen hängen. Sie sehen also ähnlich aus, wie an Polyederkrankheit gestorbene Raupen, von denen sie sich aber dadurch unterscheiden, daß sie sich nicht in einen jauchigen Brei verwandeln, sondern vertrocknen. Auch Raupen die durch Arsen vergiftet sind, nehmen bekanntlich zuweilen solch eine hängende Stellung ein, doch ist sie nach Cantharidinvergiftung viel häufiger und somit auch typischer für das Vergiftungsbild.

Nimmt man Raupen, die sich nur erst wenig oder noch gar nicht mit dem Vorderkörper losgelöst haben, von den Kiefernnadeln herab und

¹⁾ Zur Herstellung dieser Präparate sowie zu den später beschriebenen Köderversuchen wurde „Cantharidin-Kahlbaum“ benutzt. (Preis lt. Laborliste der Schering-Kahlbaum A.-G. für 1 g 4,30 RM., für 5 g 20,50 RM.)

²⁾ det. Fr. Borchmann.

sucht sie durch Anstoßen zum Kriechen zu bewegen, so zeigt sich etwas ganz Auffallendes: Die Raupe versucht zwar zu kriechen, ihre Körpermuskulatur führt die bekannten peristaltischen Wellenbewegungen aus; aber es gelingt ihr nicht sich fortzubewegen: Die Bauchfüße, mit denen sie sich auf der Unterlage festhält, wollen nicht mit. Kneift man die Raupe mit der Pinzette, so schlägt sie heftig mit dem Vorderkörper um sich und macht mit ihm windende Bewegungen; der Hinterleib bleibt aber gelähmt, wie angeklebt, am Boden haften. Schwächer gelähmten

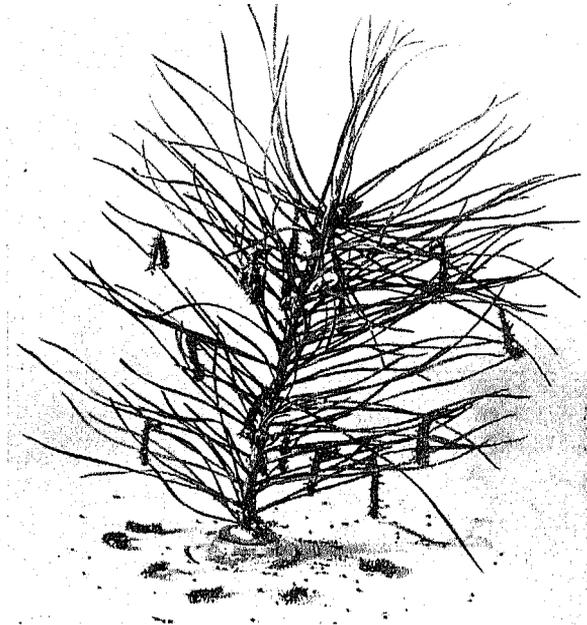


Fig. 1. Mit 1%igem Cantharidinpulver bestäubte Nonnenraupen am Tage nach der Behandlung. Von 25 Raupen sind 6 herabgefallen, die übrigen hängen an den Kiefernadeln.

Raupen gelingt es zuweilen auf solche Reize hin, mühsam ein Stück weiterzukriechen, indem sie sich vor allem mit den Nachschiebern von der Unterlage abstoßen, und sie führen dann bucklige, spannerähnliche Kriechbewegungen aus. Diese überaus typischen abdominalen Lähmungserscheinungen führen in jedem Falle, wenn auch manchmal erst nach Tagen, zum Tode: Die Lähmung greift auch auf den Vorderkörper über, der allmählich erschlafft, während die Bauchfüße bis zuletzt mit der Unterlage verkrallt bleiben. So kommt das typische Herabhängen schwer gelähmter oder toter Raupen von der Pflanze zustande.

Das Einsetzen der Giftwirkung zeigt sich besonders deutlich auch am Nachlassen der Nahrungsaufnahme bzw. der Kotabgabe, die wir mittels des Koprographen (20) leicht verfolgen können. Für einen solchen Versuch standen mir Ende Dezember 1935 nur 34 Nonnenraupen des IV. und V. Stadiums zur Verfügung, die je zur Hälfte als Versuch und Kontrolle an Kieferntrieben über zwei benachbarte Trichter des Apparates gesetzt wurden. Die Kotkurve (Fig. 2) zeigt am ersten Tage bei beiden Serien übereinstimmend das bekannte Nachlassen der Fraßtätigkeit während der Tagesstunden, das allerdings an dem kurzem Dezembertag verhältnismäßig wenig ausgeprägt ist. Die Bestäubung der Versuchsruppen mit 1%igem Cantharidinpulver fand um 18^h nach Eintritt normaler Fraßstärke statt. Wie der weitere Verlauf der Kurve zeigt, setzen die behandelten Raupen die Kotabgabe, die zeitlich parallel mit dem Fraß geht, während der nächsten zwei Stunden in kaum vermindertem Maße fort, und erst in der dritten und vierten Stunde nimmt sie rapid ab. 18 Stunden nach dem Einstäuben hörte der Kotfall ganz auf. Das Abfallen gelähmter Raupen begann 8 Stunden nach der Behandlung.

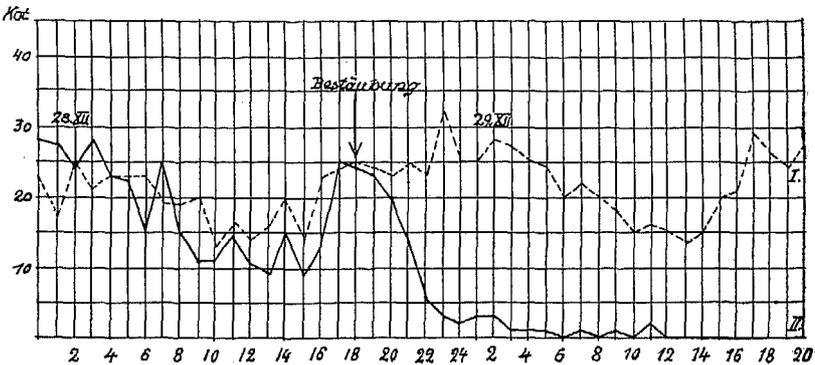


Fig. 2. Kotkurven von je 17 Nonnenraupen IV.

I. (gestrichelt): Unbehandelt. II. (ausgezogen): Am 28. 12. 18 Uhr mit 1%igem Cantharidinpulver bestäubt.

Diese am Beispiel von Nonnenraupen ausführlich geschilderten Vergiftungssymptome lassen sich grundsätzlich auch bei anderen Insekten verfolgen: Auf ein leichtes, oft nur undeutliches Erregungsstadium folgt eine Periode der Lähmung, die zunächst an den Extremitäten wahrnehmbar ist und langsam zum Tode führt. Noch deutlicher als bei Raupen läßt sich die Lähmung der Extremitäten bei langbeinigen Insekten, wie Käfern, Wanzen, Blattläusen und Stabheuschrecken erkennen, die dann auf Berührungsreize hin ungeschickte, taumelnde Laufbewegungen vollführen.

Die beschriebenen Symptome lassen deutlich erkennen, daß Cantharidin ebenso wie die aus pflanzlichen Drogen isolierten insecticiden Verbindungen ein Nervengift ist. Im Gegensatz zu den schnell wirkenden krampferregenden Kontaktgiften Nikotin, Veratrin und Pyrethrin setzt seine Wirkung aber, ähnlich wie beim Rotenon, erst im Laufe von Stunden ganz allmählich ein. Es bestehen jedoch deutliche symptomatische Unterschiede zwischen Rotenon und Cantharidin: Ersteres versetzt die Insekten gewissermaßen in einen Schlafzustand. Sie hören auf zu fressen und sich fortzubewegen, können aber noch nach Tagen durch Berührungsreize zu normalen Kriechbewegungen veranlaßt werden und sterben ohne auffällige Symptome langsam ab. Tote oder sterbende Raupen fallen entweder von der Pflanze ab oder bleiben in regelloser Stellung auf ihr liegen. Für Cantharidin dagegen ist die Lähmung der Extremitäten und die dadurch bedingte Unfähigkeit zur Fortbewegung sowie endlich das Herabhängen der Raupen charakteristisch.

b) Versuche über Wirkungsbereich, Konzentrationen und Art der Giftwirkung.

Aus der Reihe unserer Versuche mit Cantharidinpräparaten sollen im folgenden nur einige aufgeführt werden, die über die Giftigkeit des Cantharidins für verschiedene Insektenordnungen, die wirksamen Konzentrationen sowie über die Wirkung als Kontakt- und Fraßgift Aufschluß geben sollen. Dabei soll der Kürze halber von einer ausführlichen Wiedergabe der Versuchsprotokolle in Form von Tabellen abgesehen werden. Bei Versuchen von längerer Dauer wird lediglich die Absterbeordnung (d. h. die Zahl der täglich verendeten Versuchstiere, vom Tage nach Ansetzen des Versuches ab gerechnet) als Zahlenreihe sowie Bemerkungen über Fraß, Kotgewicht u. dgl. aufgeführt. Die Stärke des Fraßes (abgekürzt Fr.) wird, wie üblich, durch die Zahlen 0 (kein Fraß) bis V (Kahlfraß) ausgedrückt.

Versuch A. 30. 5. 34. 30 Brachkäfer (*Phyllopertha horticola*) werden in einem Glaszylinder von oben her mittels Gazebeutels mit 1^o/₁₀igem Cantharidinpulver bestäubt. Sie bleiben, ebenso wie 30 unbehandelte Käfer, unter den mit Gaze verschlossenen Zylindern zunächst ohne Nahrung.

Nach 24 Stunden: Alle behandelten Käfer liegen gelähmt, mit abgespreizten Beinen auf dem Rücken. Kontrolltiere normal. Unter beide Zylinder wird ein Glas mit Weidentrieben gestellt.

Nach 48 Stunden: Alle 30 behandelten Käfer tot. Fraß 0.

Unbehandelt: 3 Käfer tot. Rest normal. Fraß IV.

Versuch B. 28. 8. 34. Je 50 erwachsene Feuerwanzen (*Pyrrhocoris apterus*) werden in Glaskolben mit 0,1 g der unten bezeichneten Standard-

pulver geschüttelt und dann in Deckelschalen gesetzt. 50 Kontrolltiere werden in gleicher Weise mit Talkum behandelt. Vom vierten Tage ab wird Birkenrinde als Nahrung gereicht.

1 ‰	Cantharidin:	0.13.23.9.2.3.	Sa. 50	töt.
0,5 ‰	"	: 0.1.6.6.4.8.	" 25	" , 12 sterbend; Rest sehr träge.
0,25 ‰	"	: 0.0.2.1.2.0.	" 5	" , Rest normal.
0,1 ‰	"	: 0.0.1.0.2.3.	" 6	" , " "
	Kontrolle (Talkum):	0.0.0.1.0.0.	" 1	" , Wanzen normal.

Versuch C. 29. 8. 34. Je 30 Stabheuschrecken (*Carausius morosus*), II. Stadium, werden wie bei Versuch B behandelt. Nach der Bestäubung wird in jede Schale ein Tradescantientrieb gelegt.

1 ‰	Cantharidin:	0(Fr. I).4.2.0.3.3(Fr. I—II).4.3.1.4.3.0	Sa. 27	tot. 3 krank.
0,5 ‰	"	: 0(Fr. II).0.1.0.1.0(Fr. III—IV).0.	Alles	erholt.
0,25 ‰	"	: 0(Fr. III).0.0.0.0.0(Fr. IV—V).0.	Alles	gesund.
0,1 ‰	"	: 0(Fr. III).0.0.0.0.0(Fr. IV—V).0.	" "	" "

Versuch D. 13. 6. 34. Aufrecht stehende Kiefertriebe werden mit je 20 Nonnenraupen (*Liparis monacha*) IV besetzt und mitsamt dem als Unterlage dienenden Fließpapier im Dosierungsapparat mit 0,25 mg pro qcm bestäubt. Nach der Behandlung wird ein Glaszylinder über Trieb und Unterlage gestülpt. (Versuchsaufstellung nach Gimmingham und Tattersfield vgl. Friederichs, 15, Bd. 2, S. 245.)

1 ‰	Cantharidin:	5.14.1.	0,05 g	Kot.
0,5 ‰	"	: 0.11.6.3.	0,06	" "
0,25 ‰	"	: 0.2.2.4.1.3.3.1.0.1.2.0.1.	0,1	" "
0,1 ‰	"	: 0.0.0.0.0.	Raupen	normal
	Unbehandelt:	0.0.0.0.	" "	1,28 " "

Versuch E. 27. 12. 34. Je 20 Nonnenraupen IV. Versuchsordnung wie bei D, nur wird der bestäubte Trieb auf eine frische, unbestäubte Unterlage gebracht.

1 ‰	Cantharidin:	1.13.6.	0,05 g	Kot.
0,5 ‰	"	: 0.0.0.2.2.5.3.2.3.0.0.0.	3 Raupen	erholt.
			Kot nach 7 Tagen	0,41 g, nach 12 Tagen 0,58 g.
0,25 ‰	"	: 0.0.0.0.0.0.0.0.	2,61 g	Kot.
0,1 ‰	"	: 0.0.0.0.0.0.0.0.	2,65	" "
	Unbehandelt:	0.0.0.0.0.0.0.0.	2,0	" "

Versuch F. 10. 7. 36. Je 20 Ringelspinnerraupen (*Malacosoma neustria*) IV werden im Dosierungsapparat auf Fließpapier mit 0,25 mg

pro qem bestäubt. Sie werden samt der bestäubten Unterlage, nachdem ein unbestäubter Apfeltrieb dazugestellt ist, mit einem Glaszylinder bedeckt.

1 $\frac{0}{10}$	Cantharidin:	Nach 24 Std.:	Fr. II	20 tot.
0,5 $\frac{0}{10}$	"	:	"	24 " Fr. IV 20 tot.
0,25 $\frac{0}{10}$	"	:	"	24 " Fr. IV 0 tot. Nach 48 St. Fr. V 0 tot.
0,1 $\frac{0}{10}$	"	:	"	24 " Fr. III 0 tot. " 48 " Fr. V 0 tot.
	Unbehandelt:	"	24 "	Fr. IV 0 tot. " 48 " Fr. V 0 tot.

Aus den vorstehenden Versuchsbeispielen ergibt sich, daß Cantharidin ein starkes Gift für Coleopteren, Rhynchoten, Orthopteren und Lepidopteren darstellt. Wie die Versuche A, C und F, bei denen nur die Insekten, nicht aber das Futter behandelt wurden, sowie der an saugenden Insekten durchgeführte Versuch B beweisen, braucht es nicht erst gefressen zu werden, um zur Wirkung zu gelangen, d. h. es wirkt bereits als Berührungsgift. Die tödliche Konzentration ist naturgemäß von der Art der behandelten Insekten und der Stärke der Bestäubung abhängig. Bei Stabheuschrecken, die bekanntlich gegen Berührungsgifte aller Art besonders widerstandsfähig sind, bildet die höchste geprüfte Konzentration von 1 $\frac{0}{10}$ die untere Wirkungsgrenze. Feuerwanzen werden noch durch 0,5 $\frac{0}{10}$ Cantharidin zum größten Teil abgetötet bzw. schwer gelähmt. Auf ältere Stadien resistenter Raupenarten wirken je nach Art der Versuchsanordnung Konzentrationen von 0,25—0,5 $\frac{0}{10}$ tödlich.

Bei den nachfolgenden Versuchen wurde nur das Futter, nicht aber die Insekten bestäubt, um zu prüfen, ob eine Vergiftung auch dann noch eintritt, wenn das Cantharidin ausschließlich peroral gegeben wird. Da es uns hier nur auf die grundsätzliche Feststellung einer solchen Wirkung ankommt, sollen nur zwei Versuche mit dem 1 $\frac{0}{10}$ igem Präparat aufgeführt werden.

Versuch G. 5. 9. 34. Tradescantientriebe, die aufrecht in einem Gläschen stehen, werden mit 1 $\frac{0}{10}$ igem Cantharidinpulver bestäubt, darauf zur Fixierung des Pulverbelages mit Wasser übersprüht und nach dem Trocknen zusammen mit 30 Stabheuschrecken II unter einen Glaszylinder gebracht.

1 $\frac{0}{10}$ Cantharidin: 2 (Fr. 0—I) · 0 · 2 · 5 (Fr. I) · 3 · 3 · 0 · 7 · 3 · 3 · 2 (Fr. I).
Unbehandelt: 0 (Fr. I) · 0 · 0 · 0 (Fr. III) · 0 · 0 · 0 · 0 · 0 · 0 · 0 (Fr. IV).

Während der ganzen Versuchsdauer sitzen die Versuchstiere gelähmt am Boden, während sich in der Kontrolle die Heuschrecken über die Triebe hin verteilen.

Versuch H. 17. 9. 34. Maulbeerblätter werden unterseits mit 1 $\frac{0}{10}$ igem Cantharidinpulver bestäubt, der Pulverbelag durch Übersprühen fixiert und die Blätter mit der behandelten Seite nach unten in Deckelschalen gelegt. Hierauf werden 30 Raupen von *Bombyx mori* IV dazugesetzt.

1 0/0 Cantharidin: 9 (Fr. II—III) · 18 · 2 · 0 · 0 · 1. Kein neuer Fraß, sehr viele Spuckflecken und nasser Kot.
 Unbehandelt: 0 (Fr. IV—V), desgl. die folgenden Tage.

Diese Versuche zeigen eindeutig, daß Cantharidin auch ein starkes Fraßgift für Insekten ist. Bei Stabheuschrecken scheint sogar, wenn man die Versuche C und G miteinander vergleichen darf, die perorale Wirkung stärker zu sein als die Kontaktwirkung. Wie wir gesehen haben, ist auch bei äußerlicher Behandlung die Fraßlust der Versuchstiere während der ersten Stunden kaum beeinträchtigt; man darf deshalb annehmen, daß die peroral aufgenommene Giftmenge recht beträchtlich am Zustandekommen der endgültigen Giftwirkung beteiligt ist. Ob allerdings die Eigenschaft des Cantharidins als Fraßgift grundsätzlich ebenso zu erklären ist wie seine Kontaktwirkung, nämlich durch Adsorption an die Nervenendigungen der Mundwerkzeuge und des Verdauungstraktus, oder ob es nach Art der Arsenverbindungen vom Darm resorbiert wird und erst im Blut und Gewebe des Insekts zur Wirkung kommt, läßt sich nach den bisherigen Versuchen nicht entscheiden ¹⁾.

Dieselbe insecticide Wirkung wie die aus reinem Cantharidin hergestellten Präparate besitzen nun auch — bei entsprechendem Gehalt an Cantharidin — fein gepulverte Meloiden, also sog. Canthariden, oder Mischungen derselben mit inerten Trägerstoffen. Es tritt also der merkwürdige Fall ein, daß man durch Aufstäuben gemahlener Insekten andere Insektenarten töten kann. Über die mit solchen Zubereitungen erzielten Versuchsergebnisse sei in Kürze folgendes erwähnt:

Eine 5 0/0 ige Vermahlung von russischen Canthariden (*Lytta* mit 0,3 0/0 Cantharidin in der Droge) war auch bei starker Bestäubung unwirksam gegen Nonnenraupen. Die 10 0/0 ige Vermahlung derselben Droge tötete bei starker Bestäubung Nonnen- und Kiefernspinnerraupen. Bei schwacher Dosierung (0,25 mg/qcm) war das Präparat zwar gegen Nonne völlig unwirksam, wirkte jedoch auf Raupen von *Vanessa io* noch tödlich. Chinesische Canthariden (*Zonabris* mit 1,4 0/0 Cantharidin) gaben in 10 0/0 iger Vermahlung bei starker Bestäubung gegen Nonne 100 0/0, bei schwacher 30—50 0/0 Abtötung. Die 20 0/0 ige Vermahlung war auch bei schwacher Bestäubung voll wirksam gegen Nonne. Mit dem letztgenannten Mittel wurden auch im Freien an künstlich mit Nonnenraupen besetzten Kiefernbaumchen mit Erfolg Bestäubungsversuche unternommen.

Pflanzenschädigungen wurden durch das 1 0/0 ige Cantharidinpulver, wie Gewächshausversuche an Tradescantien und Bohnen zeigten, im all-

¹⁾ Nach Cuénot (9) scheinen Vorratsschädlinge, die in getrockneten Canthariden leben und in jeder Hinsicht unempfindlich gegen Cantharidin sind, dieses nicht zu verdauen; denn ihr Kot enthält noch fast ebensoviel Cantharidin als die Droge selbst.

gemeinen nicht verursacht. Nur übermäßig stark bestäubte Blätter zeigten an verletzten Stellen (z. B. Saugstellen durch *Thrips*) rostrote Verfärbungen, die aber keinen größeren Umfang annahmen.

Über die wirtschaftliche Verwendungsmöglichkeit cantharidinhaltiger Schädlingsbekämpfungsmittel läßt sich im Augenblick noch nichts sagen. Infolgedessen ist es auch müßig, über etwaige gesundheitliche Gefahren beim Gebrauch dieses zweifellos auch für Menschen giftigen Stoffes zu diskutieren, dessen praktische Anwendung natürlich erst nach sehr vorsichtiger Prüfung befürwortet werden könnte. Man braucht jedoch den Gebrauch solcher Mittel nicht von vornherein aus gesundheitlichen Bedenken abzulehnen; denn auch Nikotin und Veratrin sind ebenso starke Gifte und werden trotzdem bei sachgemäßer Zubereitung und Anwendung ohne Gefahr in der Praxis ausgiebig benutzt. Es ist nicht der Zweck der vorstehenden Mitteilung, auf einen neuen Grundstoff für Schädlingsbekämpfungsmittel aufmerksam zu machen, sondern es sollte lediglich gezeigt werden, daß auch in Insekten ein Stoff von so hoher insecticider Wirkung enthalten ist, wie sie nach unserer bisherigen Kenntnis nur einigen wenigen aus Pflanzen isolierten Verbindungen zukommt.

III. Die Lockwirkung des Cantharidins auf Insekten.

a) Beobachtungen an Cantharidinködern.

Um festzustellen, ob Cantharidin pflanzenschädliche Eigenschaften besitzt, wurden am 30. 5. 34 im Gewächshaus einige Tradescantien mit 1 % igem Cantharidinpulver bestäubt. Am nächsten Tage fiel mir beim Betrachten dieser Pflanzen auf, daß sich auf ihnen eine Anzahl Fliegen, etwa so groß wie Stubenfliegen und mit auffallend schwarz und hellgrau geflecktem Rückenschild, aufhielt. Wiederum einen Tag später sah ich auf denselben Pflanzen zahlreiche etwa 4 mm lange, braungelb und schwarz gezeichnete Käferchen lebhaft umherlaufen, deren Halsschild, wie die Untersuchung mit der Lupe zeigte, nach vorn in ein merkwürdiges, an den Seiten gezähntes Horn ausläuft. So drängte sich denn die Vermutung auf, daß das Cantharidin irgendeine Anziehungskraft auf diese Insekten ausüben müsse. Ich gab daher in zwei Glasschälchen etwas Cantharidinpulver und stellte das eine ins Gewächshaus, das andere auf die Terasse an der Nordseite unseres Laboratoriumsgebäudes. Tatsächlich sammelten sich nach kurzer Zeit in der ersten Schale eine Anzahl der Käfer, in der zweiten sowohl Käfer als auch die zuerst beobachteten Fliegen. Nun wurden weitere Cantharidinschälchen auf dem Grundstück unseres Versuchsgartens in Teltow-Seehof ausgelegt: Stets fanden sich beide Arten in zahlreichen Exemplaren ein (vgl. Fig. 3), und es wurden überdies noch zwei weitere Arten ziemlich regelmäßig an den Ködern

angetroffen, nämlich eine Gnitze und eine kleine Schlupfwespe. Die angelockten Insekten wurden als folgende Arten bestimmt¹⁾:

1. Der Käfer *Notoxus monoceros* L. (*Anthicidae*),
2. Die Fliege *Anthomyia pluvialis* L. (*Anthomyiidae*),
3. Die Gnitze *Kempia brunnipes* Meig. (*Ceratopogonidae*),
4. Die Schlupfwespe *Perilitus plumicornis* Ruthe (*Braconidae*).

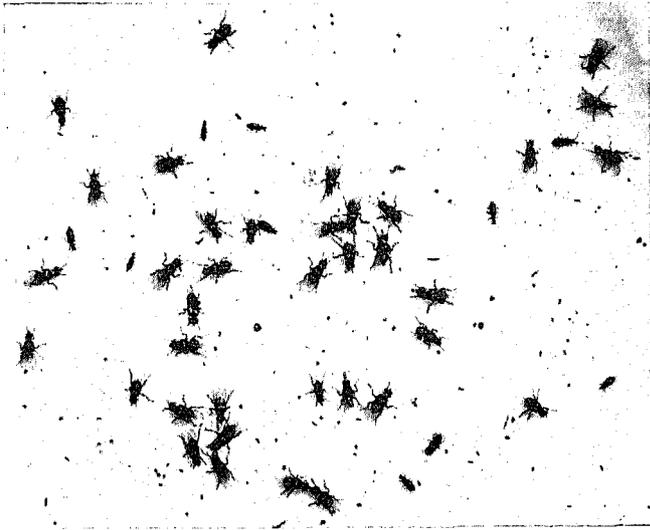


Fig. 8. Ansammlung von *Anthomyia pluvialis* und *Notoxus monoceros* auf einem mit Cantharidinpulver bestreuten Teller (ca. $\frac{2}{3}$ nat. Größe).

Damit war also erwiesen, daß Cantharidin, obwohl für den menschlichen Geruchssinn nicht wahrnehmbar, auf ganz bestimmte Insektenarten einen spezifischen Lockreiz ausübt. Ungezählte weitere Lockversuche während der Jahre 1934—36²⁾ bestätigten die ersten Beobachtungen:

¹⁾ Nr. 1 von R. Korschefsky, Nr. 2 von O. Karl, Nr. 3 von K. Mayer, Nr. 4 von H. Sachtleben.

²⁾ Außer in der Mark Brandenburg bot sich mir Gelegenheit zu Lockversuchen in den Provinzen Ostpreußen, Pommern, Sachsen, Hannover, in Mecklenburg, an der Lübecker Bucht und in der Rheinpfalz. Weitere Versuche wurden gemacht in Ostpreußen und auf Sylt von Herrn Dr. Schotte, in Friedrichshagen b. Berlin durch Herrn Dr. Harnack, in Bonn durch Herrn Dr. E. Meyer, bei Mittenwald (Oberbayern) durch Frä. Wewetzer, bei Wien durch Herrn Kwizda, in Ungarn und Rumänien durch Herrn Mitzlaff und in Bangkok durch Herrn Coqui. Allen Versuchsanstellern sei hierdurch bestens gedankt.

An vielen Orten Deutschlands wurden an den verschiedensten Biotopen lediglich die vier genannten Arten mit Sicherheit angelockt, wobei es allerdings zweifelhaft bleibt, ob die winzigen, schwer zu identifizierenden Gnitzen sämtlich zu *Kempia brunripes* gehörten. Dagegen erhielt ich aus ausländischen Lockfängen auch andere Insektenarten, auf die später eingegangen werden soll. Als Sammelbegriff für die Arten, die sich mit Cantharidin anlocken lassen, soll im Verlauf dieser Arbeit der Ausdruck „canthariphile“ Insekten gebraucht werden.

Vergeblich versuchte ich, nächtlich fliegende Insekten anzulocken, indem ich Cantharidinschalen bei Dunkelheit im Freien in der Nähe einer elektrischen Lampe aufstellte. Ebenso waren Versuche, boden- und humusbewohnende Arten durch flach eingegrabene durchlöchernte Lockschachteln anzulocken, erfolglos.

Einige Erläuterungen über die benutzten Köder: Während ich in der ersten Zeit die Lockversuche mit einer 1%igen Verreibung von Cantharidin und Talkum machte, von der eine Messerspitze auf einem flachen Schälchen oder einem Teller ausgebreitet wurde, ging ich später von einer 1%igen Lösung in Essigäther aus. Hiervon wurde eine geringe Menge in ein Schälchen gegossen und durch leichtes Schwenken verteilt, wobei das Lösungsmittel bald verdunstet und das Cantharidin in dünner kristallinischer Schicht zurückbleibt. Durch Tränken von Fließpapierstreifen mit der genannten Lösung kann man sich auch „Reagenspapiere“ herstellen, die z. B. mittels eines Reißnagels an einem Baum befestigt werden und so zu längerer Beobachtung dienen können. Zum Fangen größerer Mengen canthariphiler Insekten kann man eine Lockschale unter die bekannten glockenförmigen Fliegenfänger aus Glas oder Drahtgaze stellen. Einfacher ist es, nach dem Vorschlag von Dr. Schotte etwas Cantharidinlösung in eine weithalsige Flasche zu gießen und durch Schütteln so zu verteilen, daß sich nach Verdunsten des Essigäthers überall eine feine Schicht Cantharidin bildet. Diese Lockflaschen werden auf den Erdboden gelegt und, nachdem sich genügend Insekten darin gesammelt haben, schnell mit einem Korken verschlossen. Sie haben vor allem den Vorteil, daß sie sich mitsamt dem Inhalt leicht versenden lassen und leisteten daher besonders bei den Versuchen im Ausland gute Dienste. Ein Nachteil ist es dagegen, daß sich in ihnen leicht Kondenswasser niederschlägt, in dem die Insekten dann verkleben. Deshalb benutze ich neuerdings auf Ausflügen und Reisen meist Blechschachteln mit Scharnierdeckel (Zigaretenschachteln), die in gleicher Weise wie Lockschälchen mit etwas Cantharidinlösung versehen werden. Beim Aufstellen wird der Deckel durch Einschieben eines Hölzchens nur halb geöffnet, so daß er als schräges Dach die Schachtel beschattet und auch einen gewissen Schutz gegen Regenschauer bietet. Die so aufgestellte Schachtel läßt noch eine gute Beobachtung der angelockten Insekten zu; sie kann schnell geschlossen und bequem mitsamt dem Fang untergebracht werden.

Natürlich wird der Ausfall der Lockversuche von Wetter und Biotop entscheidend beeinflußt. Bei windstillem, warmem, aber nicht zu heißem Wetter, auf feuchtem Gelände mit üppigem Pflanzenwuchs kamen die Insekten am schnellsten und zahlreichsten herbei. Die folgenden Proto-

kolle zweier Lockversuche, die auf unserm Laboratoriumsgrundstück durchgeführt wurden, sollen als typische Beispiele dafür dienen, nach wie kurzer Zeit unter günstigen Bedingungen die ersten Insekten an den Köderschalen erscheinen.

12. 6. 34. Wolkenlos, leichter NO. Am Boden fast windstill. 19°.
- 18³⁸: Cantharidinpulver auf einem Teller ausgestreut. Standort: Grasblöße zwischen blühenden Pastinakstauden.
- 18⁴²: 1 *Kempia*.
- 18⁴³: 1 *Anthomyia*.
- 18⁴⁴: 2. *Kempia*.
- 18⁴⁵: 3. *Kempia*, fliegt wieder ab.
- 18⁵²: Nur 1 *Kempia* auf dem Teller. 1 *Notoxus* ca. 50 cm entfernt im Gras. Mehrere *Anthomyia* in der Nähe.
- 19⁰⁸: 3 *Anthomyia*, 2 *Notoxus*, 1 *Kempia*.
- 20¹⁸: 15 *Notoxus* und 2 *Kempia* auf dem Teller.
25. 6. 34. Bedeckt, windstill. 24,5°. Schwül, Gewitterneigung.
- 17²²: Petrischale mit etwas Cantharidinpulver auf flachen Teller gestellt. Standort: Rasenplatz östlich des Hauses, wo bisher noch kein Versuch gemacht war.
- 17²⁶: 1 *Notoxus* setzt sich auf meinen Labormantel. 1 *Anthomyia* auf dem Teller, geht gleich darauf in die Schale.
- 17²⁸: 2 *Anthomyia* auf der Schale, 1 *Notoxus* auf dem Teller.
- 17²⁹: 3 *Anthomyia* und 2 *Notoxus* neben dem Teller.
- 17³¹: 2 *Notoxus* auf dem Teller, andere in der Nähe, verschiedene anfliegend beobachtet.
- 17³⁷: 4 *Anthomyia*, 2 *Notoxus* auf dem Teller, weitere in der Nähe.
- 17⁴²: 7 *Anthomyia*, 4 *Notoxus* in der Schale.

Die enorme Lockwirkung des Cantharidins wurde mir auch wiederholt unbeabsichtigt und daher umso eindrucksvoller zum Bewußtsein gebracht, so z. B. auf Autofahrten, die ich im Sommer 1934 häufig, um zu baden, an die südlich von Berlin gelegenen Seen machte und bei denen ich stets ein Gläschen mit Cantharidinpulver für gelegentliche Köderversuche mitnahm. Bald nahmen aber auch andere Gegenstände, die ich in demselben Koffer wie das Pulverfläschchen aufbewahrte, den „Duft“ des Cantharidins an, und so war es manchmal geradezu lästig, wenn sich eine Menge *Notoxus* auf Decken und Badekleidung einfanden und mich durch ihr Umherkriechen und durchaus fühlbare Bisse beim Ausruhen störten. Zuweilen erschienen sogar einzelne Käfer und Fliegen schon auf dem geschlossenen Verdeck meines Wagens, wenn ich ihn unterwegs nur eine Zeitlang stehen ließ. Auf einem solchen Ausflug am 30. 6. 34 wollte

ich Herrn Dr. Schotte erstmalig einen Lockversuch vorführen. Aber während wir uns nach einem geeigneten Platz für das Schälchen umsahen und dabei vergeblich auf der Ufervegetation den einen oder anderen *Notoxus* aufzufinden suchten, waren inzwischen schon einzelne Käfer an dem verschlossenen Pulverglas, das wir vorher aus dem Wagen genommen und mit anderen Gegenständen zusammen ins Gras gelegt hatten, erschienen; und fortwährend kamen neue hinzu, liefen aufgeregt am Rande der Flasche umher, bissen in den Korken und schienen sich hartnäckig zu bemühen, sich zwischen Glas und Korken in die Flasche zu zwängen. Stellenweise saß eine Anzahl Käfer übereinander und hing traubenförmig am Flaschenhals.

Es bedarf kaum der Erwähnung, daß auch bei kleinen Freilandversuchen zur Prüfung der insecticiden Wirkung von Cantharidinpräparaten stets canthariphile Insekten angelockt wurden, besonders *Notoxus* in solcher Zahl, daß man beim flüchtigen Hinsehen glauben konnte, die behandelten Bäumchen seien von blattlausbesuchenden Ameisen bevölkert. Auch in unseren Laboratoriumsräumen erschienen häufig Käfer und Fliegen, aber auffallenderweise doch nicht in so großen Mengen, wie man nach dem Ausfall der im Freien stattfindenden Lockversuche hätte annehmen können. Sie zeigten sich meist nur in der Nähe der Fenster, dürften also durch den Helligkeitsunterschied vom weiteren Eindringen in die Zimmer abgehalten worden sein.

Wie zu erwarten, ließen sich die canthariphilen Arten nicht nur durch reines Cantharidin, sondern auch durch im Freien ausgelegte „Canthariden“ anlocken. Es lag nun nahe, die Anziehungskraft des Cantharidins auch zum Nachweis dieser Verbindung im Körper anderer Insektenarten zu benutzen. Ich versuchte dies im Frühjahr 1934, setzte es aber später nicht fort, weil immer damit gerechnet werden mußte, daß allen in unserem Laboratorium benutzten Gegenständen Spuren von Cantharidin anhaften und so zu Trugschlüssen führen könnten. Über das Ergebnis dieser Versuche soll nur soviel gesagt werden, daß getrocknete und zerstoßene Käfer der Arten *Telephorus fuscus* und *Coccinella septempunctata* von den canthariphilen Arten, die vorher durch zeitweiliges Aufstellen eines Lockschälchens in die Nähe gelockt waren, nicht beachtet wurden. Dagegen wurden durch einen Wattebausch, der mit Haemolympe von 10 erwachsenen Kiefernspinnerraupen getränkt und nacheinander an zwei verschiedenen Stellen ausgelegt wurde, beide Male einige *Notoxus* und *Anthomyia* angelockt. Der gleiche Versuch mit Haemolympe von Nonnenraupen verlief negativ. Es wäre zu wünschen, daß solche Versuche einmal von seiten einer Stelle durchgeführt würden, die sonst nicht mit Cantharidin arbeitet.

Was nun das Verhalten der angelockten Insekten an den Ködern betrifft, so fällt vor allem zweierlei auf: Erstens der starke Erregungszustand der Tiere und zweitens die Tatsache, daß alle Arten, außer *Perilitus*, das Cantharidin begierig fressen bzw. aufsaugen. An den Lockschalen geht es, besonders in der ersten Zeit, solange noch neue Zuzügler herbeikommen, äußerst lebhaft zu, und man hat den Eindruck, als wenn

die Tiere, bevor sie sich zum Fressen niederlassen, durch den „Duft“ des Cantharidins in einen richtigen Erregungstaumel geraten. Vor allem gilt das für *Notowax monoceros*. Emsig laufen die Käferchen, als wenn sie aufgeregt nach etwas suchten, in der Schale oder deren Umgebung umher. Stören sie dabei einen bereits fressenden Artgenossen, so setzt sich dieser oft zur Wehr (vgl. Fig. 4), und es kommt zu kurzen Balgereien, wobei sich die Käfer zuweilen durchaus zielbewußt mit dem Horn anstoßen. Auch die Fliegen werden natürlich von den lebhafteren Käfern oft belästigt und zu kurzem Auffliegen veranlaßt; manchmal gehen sie aber auch zum Angriff über, laufen auf den Störenfried zu und verjagen ihn. Besonders lebhaft sind die Tiere immer an pulverförmigen Ködern, weil sie sich mit dem Pulver beschmieren und dadurch gegenseitig einen Lockreiz aufeinander ausüben, der immer wieder zu Belästigungen führt. Auch die Gnitzen schwärmen, bevor sie sich niederlassen, oft lebhaft um den Köder herum, und manchmal steht so ein Schwarm wie eine kleine Säule über der Lockschale.

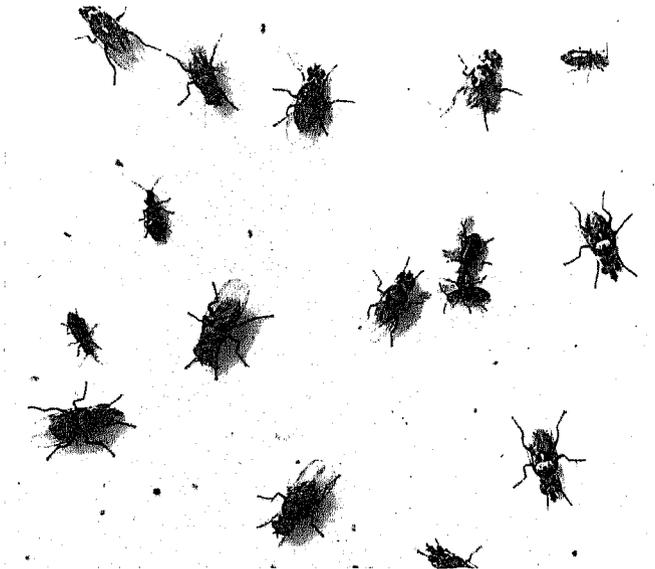


Fig. 4. *Anthomyia pluvialis* und *Notowax monoceros* am Cantharidin-köder fressend (ca. $1\frac{1}{2}$ fach vergrößert).

Daß die Tiere das Cantharidin fressen, läßt sich schon an ihrer Haltung eindeutig erkennen: Die Käfer senken den Kopf unter dem in horizontaler Lage verbleibenden Horn tief herab und bieten so einen recht seltsamen Anblick; die Fliegen drücken den vorgestreckten Rüssel

anhaltend auf die Unterlage (Fig. 4) und die Gnitzen beugen den ganzen Vorderkörper in unverkennbarer Weise herab. Stets werden die Köderschalen sehr stark von Kot beschmutzt (Fig. 3 u. 4). Lockstreifen aus Fließpapier wurden oft von *Notoxus* stark zernagt, und die Därme der mit Cantharidinpulver geköderten Käfer waren prall mit Talkum gefüllt.

Nur die Braconide *Perilitus plumicornis* frisst anscheinend nicht vom Cantharidin; sie stellt vielmehr dem *Notoxus* nach, dessen Parasit sie offenbar ist. Es ist geradezu spannend, die Schlupfwespe bei der Verfolgung ihres Wirtes zu beobachten, womöglich mittels eines im Freien aufgestellten Binokulars, unter das man die Lockschale bringen kann, ohne die Tiere dadurch sonderlich zu stören. Die Wespe stellt sich in sichtlicher Erregung unmittelbar hinter den Käfer, so daß ihre Körperachse die Verlängerung derjenigen ihres Opfers bildet. So steht sie wie ein Spürhund hinter ihm und folgt jeder Seitwärtsbewegung des Käfers mit einer entsprechenden Körperdrehung. Nun wird der Hinterleib langsam unter dem Körper nach vorn gezogen, die Oviposatoren werden gestreckt, der Legestachel beginnt hervorzutreten, und im geeigneten Augenblick versucht die Wespe blitzschnell das Abdomen des Käfers von unten her zu treffen. Meistens mißlingt jedoch der Angriff; der Käfer läuft ein Stück beiseite, die Wespe stellt sich wieder hinter ihn, und das Spiel beginnt von neuem, bis schließlich *Perilitus* im geeigneten Augenblick den Hinterleib weit nach vorn schnellte, dabei gleichzeitig den ganzen Körper soweit als möglich seitlich verdreht und den Einstich vollzieht. Die Schnelligkeit, mit der die Wespe ihr Ei in dem Körper dieses so außerordentlich lebhaften, man möchte sagen, nervösen Käfers unterbringt, ist erstaunlich. Der angestochene Käfer läuft erschreckt davon, beginnt aber nach kurzer Zeit wieder am Köder zu fressen.

So bietet denn das Treiben der Insekten auf den Köderschalen ein fesselndes Bild, das man immer wieder mit Interesse beobachtet. Dabei drängt sich uns natürlich vor allem eine Frage auf: Was treibt gerade diese Insektenarten, die sich systematisch durchaus fernstehen, so unwiderstehlich zum Cantharidin? Warum werden, wenigstens in unserer Gegend, nur eine Anthicidenart, eine Anthomyiide und eine oder nur wenige Ceratopogoniden angelockt, aber nicht die anderen Vertreter dieser artenreichen Familien? Es müssen also gerade die canthariphilen Arten irgendwelche gemeinsamen biologischen Eigentümlichkeiten aufweisen, die ihre nächsten Verwandten nicht besitzen. Leider sind nun in der entomologischen Literatur nur sehr dürftige Angaben über die Lebensweise dieser Insekten zu finden. Was bisher in dieser Hinsicht bekannt ist und was ich aus eigenen Beobachtungen zur Beantwortung der oben gestellten Fragen beitragen konnte, soll im folgenden Abschnitt behandelt werden.

b) Zur Biologie der canthariphilen Arten.

1. *Notoxus monoceros* L.

Die Art wurde in folgenden Gegenden an Cantharidinködern gefangen: Ostpreußen (Kr. Goldap), Pommern (bei Kolberg), Kurmark (bes. südliche Umgebung von Berlin), Mecklenburg (Fürstenberg), Lübecker Bucht (Timmendorf), Prov. Sachsen (Mansfelder Gebirgskreis), Hessen (Gießen), Rheinland (Bonn), Österreich (Wien).

Phaenologische Beobachtungen (Teltow): Erstes Erscheinen 1935: 9 Käfer am 10. IV. (Temperatur der Luft 19,5°, der obersten Bodenschicht 15,5°). 1936: 1 Käfer am 5. IV. (Luft 9,5°, oberste Bodenschicht an besonnter Stelle 15°), 8 weitere Käfer am 14. IV. (Luft 14°, Boden an sonniger Stelle 18,5°). 1937: 5 Käfer am 10. IV. (Luft 17°, Boden 18,5°). Gegen Mitte August pflegt die Zahl der angelockten Käfer sehr stark zurückzugehen, doch lassen sich bei günstigem Wetter noch den ganzen September hindurch einzelne anlocken. Sichere Letztbeobachtung 4. X. 1934.

Nach Calwer (5) leben die Larven der *Notoxus*-Arten unter faulenden Pflanzenteilen¹⁾; die Käfer sind gesellig auf Sträuchern und Blüten und auch an verwesenden Insekten zu finden. Diese letzte Angabe geht wohl auf Mitteilungen verschiedener Entomologen zurück, die im Freien auf verendete *Lytta* oder *Meloë* aufmerksam wurden, an denen sich *N. monoceros*, oft in großer Zahl, fressend anhielt. Solche Beobachtungen werden z. B. von Bedel (2), Hacker (21), Kieffer (26) und Pic (33) berichtet. Traizet (38) bemerkte, als er in Alkohol konserviertes Material mehrerer *Meloë*-Arten mit Essigsäure aufweichen wollte und dieses im Garten auf einem Teller der Sonne ausgesetzt hatte, daß sich in zwei Stunden mehr als 500 *N. monoceros* auf dem Teller und dem Tisch einfanden²⁾. Er hält es für wenig wahrscheinlich, daß die Käfer allein durch ihren Geruchssinn das mit Alkohol und Essigsäure getränkte Material aufgefunden hätten, sondern meint, daß sie der Gesichtssinn dabei unterstützt haben müsse.

Ich bemühte mich, *N. monoceros* im Freien ohne Zuhilfenahme von Ködern zu beobachten und fand wiederholt Käfer in dicht stehendem,

¹⁾ Korschefsky (pers. Mitteilung) fand im zeitigen Frühjahr 1935 verpuppungsreife Larven in Ackererde und zog die Käfer daraus.

²⁾ Auch Flach (13) wurde beim Präparieren kleiner Käfer durch das Erscheinen eines *Notoxus* überrascht, der die zarten Tibien eines frisch getöteten *Ebaeus* anfraß. Man darf hieraus nicht etwa den Schluß ziehen, daß dieser Weichkäfer Cantharidin enthielte; es ist wohl wahrscheinlicher, daß er irgendwie — vielleicht im Tötungsglas — mit einer Meloide in Berührung gekommen war. Nach Calwer soll *N. monoceros* auch bisweilen im Juni nächtllicherweile in Ummengen durch die offenen Fenster in Wohnungen eindringen, da der Käfer offenbar zu „zeitweiliger Entwicklungs-Hyperplasie“, d. h. zu ungewöhnlich starker Vermehrung, neige. Vermutlich liegt aber des Rätsels Lösung darin, daß in den betreffenden Wohnungen Cantharidenpflaster oder dgl. benutzt wurde, das die Käfer unwiderstehlich anzog.

krautigem Pflanzenwuchs, z. B. auf schossendem Getreide. Die Käfer liefen einzeln lebhaft auf den Pflanzen umher; ihrem ganzen Gebaren nach machen sie den Eindruck eines eifrig nach Beute suchenden Raubinsekts, doch gelang es mir niemals, das Ziel dieses Suchens zu entdecken. Da nun die Käfer an Cantharidinködern begierig fressen, so interessiert uns zur Erklärung der Lockwirkung gerade ihre normale Nahrung ganz besonders. An Fanggläsern kann man zwar häufig sehen, daß die Käfer andere tote Insekten, vorzugsweise Anthomyien, aber auch ihre eigenen Artgenossen, auffressen. Da aber all diese Kadaver intensiv mit dem Cantharidin des Köders in Berührung gekommen sind, können wir hieraus garnichts über die natürliche Ernährung des Käfers entnehmen.

Zunächst versuchte ich, eine Anzahl von *Notoxus* bei rein pflanzlicher Nahrung (eingetopfte Grasbüschel) zu halten¹⁾. Die Käfer fraßen zwar anfangs fensterartige Löcher in die Grasblätter, gingen dann aber ein. Fütterungsversuche gezwingerter Käfer mit verschiedenen abgetöteten Insekten führten ebenfalls nicht zum Ziel. Dagegen gaben zahlreiche Darmuntersuchungen, die im Laufe der letzten drei Jahre an frischem und konserviertem Material aus verschiedenen Gegenden ausgeführt wurden, ein eindeutiges, allerdings unerwartetes Ergebnis: Die Därme enthielten regelmäßig und oft geradezu massenhaft Myzel und vor allem Sporen von Pilzen, z. B. von *Alternaria* Ustilagineen und vielen anderen nicht sicher zu bestimmenden Formen. Es ist ganz ausgeschlossen, daß diese Sporenmengen etwa nur zufällig mit anderer Nahrung von den Käfern mitgefressen wurden; der Befund läßt vielmehr nur den einen Schluß zu, daß sich *N. monoceros* überwiegend von den Rasen saprophytisch oder parasitisch auf Pflanzen lebender Pilze ernährt²⁾. Als willkommene Bestätigung hierfür teilte mir Herr Korschefsky mit, daß er einmal einen *Notoxus* an einem solchen Pilzrasen (Mehltau?) fressen sah. Da nun nichts zu der Annahme berechtigt, daß solche Pilze etwa Cantharidin enthielten, kann man wohl kaum einen Zusammenhang zwischen dieser Nahrungsquelle und der Sucht des Käfers nach Cantharidin vermuten. Im Darminhalt des Käfers lassen sich aber, wenn auch weniger zahlreich, so doch durchaus häufig und regelmäßig, auch Chitinreste von Arthropoden feststellen, und zwar sind das nicht etwa bloß Überreste der in Ködergläsern aufgefressenen Anthomyien, sondern auch Teile von Extremitäten und Körperdecke kleiner, zarthäutiger Insekten und anscheinend auch

¹⁾ Nach Folsom (14) frißt *Notoxus calcaratus* Horn an den Blütenknospen von Baumwollpflanzen und bringt sie dadurch zum Abfallen.

²⁾ Anm. b. d. Korrektur: Im April 1937 konnte ich eine Anzahl *N. monoceros* längere Zeit mit frischen, von *Tilletia tritici* befallenen Weizenähren, die im Gewächshaus gezogen waren, füttern. Die zahlreichen Kotpartikel in der Zuchtschale, die ausschließlich aus Steinbrandsporen bestanden, bewiesen, daß diese Nahrung den Käfern sehr zusagte.

Milben. Diese Funde beweisen, daß der Käfer neben seiner Pilznahrung auch animalische Kost zu sich nimmt.

Gegen die nächstliegende Annahme, daß *Notoxus* seinen Bedarf an tierischer Nahrung hauptsächlich mit toten oder verletzten Meloiden deckt, spricht vor allem, daß diese anscheinend hier in der südlichen Umgebung von Berlin keineswegs häufig sind, während *N. monoceros*, wie unsere Köderfänge ja zeigen, recht zahlreich vertreten ist. Trotz ständiger Aufmerksamkeit konnte ich hier in den letzten drei Jahren weder eines Ölkäfers noch einer Spanischen Fliege habhaft werden, und schließlich brachte ich mir Ende April 1936 eine Anzahl von *Meloë proscarabaeus* L. aus Ostpreußen mit, die bei Goldap zahlreich auf Feldwegen anzutreffen waren. Von diesen wurde die Mehrzahl in einem mit Erde und krautigen Pflanzen beschickten Glasstutzen zur Zucht eingezwängert; einige dagegen wurden in einer offenen Glasschale tagelang im Freien auf einen Rasenplatz gesetzt. Wie zu erwarten, fanden sich in dieser Schale nun auch *N. monoceros* (und ebenfalls *A. pluvialis*) ein, aber keineswegs so zahlreich wie an Cantharidinködern; es waren immer nur ein, zwei, manchmal auch gar kein Käfer in der Schale. Sie behelligten die Ölkäfer, die lebhaft in der Schale herumliefen, in keiner Weise, sondern saßen meist ruhig und schienen nur die unsichtbaren Reste des cantharidin-haltigen *Meloë*-Sekrets aufzunehmen. Auch in Ostpreußen, wo ich im Mai noch weitere Gelegenheit zum Beobachten hatte, fand ich an unverletzten lebenden Ölkäfern niemals einen *Notoxus*, während zerdrückte *Meloë* ohne weiteres die bekannten Ansammlungen der Käferchen verursachten. In unserem *Meloë*-Zuchtglas erschienen nun von Mitte Juni an Tausende von Triungulinus-Larven. Sie wurden in großer Anzahl ebenfalls in Glasschalen, deren Ränder, um ein Entweichen zu verhindern, mit Talkum bestrichen waren, ausgesetzt. Jetzt stellten sich in den Schalen zahlreiche *Notoxus* ein — z. B. enthielt eine Schale nach 5 Stunden 25 Käfer —, und es war einwandfrei zu beobachten, daß sie lebende Triungulinen angriffen und auffraßen. Allerdings wurden die Käfer sehr stark von den vielen Larven, die sich an ihnen festklammerten, belästigt, und manch einer war über und über von den lausähnlichen Tieren bedeckt, konnte sich nicht mehr von ihnen befreien und starb schließlich ab. Die intensive Lockwirkung der Triungulinen bestätigt uns zunächst einmal, daß auch diese Larvenformen Cantharidin enthalten, wie bereits Beauregard auf Grund ihrer blasenziehenden Eigenschaft nachgewiesen hat. Da der Duftstoff die dünne Haut der Larven viel leichter durchdringen kann als den Panzer des Vollkerfs, ist die stärkere Anziehungskraft der ersteren durchaus erklärlich. Bei der überaus hohen Vermehrungsziffer der Meloiden¹⁾

¹⁾ Nach Beauregard (1) wurden von einem *Meloë*-Weibchen bis zu 3900 Eier abgelegt.

könnten deren Triungulinus-Larven, die anscheinend nach dem Schlüpfen zunächst lebhaft wandern und sich so vom Ort ihrer Entstehung aus über eine größere Fläche verteilen, mancherorts wesentlich zur Befriedigung der carnivoren Bedürfnisse von *N. monoceros* beitragen. Wahrscheinlich wird sich aber das Vorkommen von Cantharidin nicht auf die Familie der Meloiden beschränken, sondern es darf, wenn auch in geringerer Konzentration, auch in manchen anderen Insekten vermutet werden. Man kann daher annehmen, daß *N. monoceros*, durch den Duftstoff geleitet, auch andere kleine Insektenarten erbeutet¹⁾. Wie wir später (S. 145) sehen werden, liegt bei dem Käfer die Reizschwelle für Cantharidin so unerhört niedrig, daß er bei dem ihm eigenen ständigem Umherstöbern selbst einzeln vorkommende kleine Beutetiere sicher auffinden kann. Wird nun aber einmal an einer toten Meloide eine besonders große Menge Cantharidin in Freiheit gesetzt, so bildet dieser „fette Bissen“ eine abnorm starke Reizquelle und gibt zu Ansammlungen der sonst einzeln umher-suchenden Käfer Anlaß.

Alle meine Versuche, *N. monoceros* im Zwinger zur Fortpflanzung zu veranlassen, schlugen bisher fehl. Zwar konnten die Käfer eine Zeitlang mit toten Insekten, z. B. Seidenraupen, die durch Eintauchen in Cantharidinlösung mit dem Lockstoff imprägniert waren, am Leben erhalten werden; aber obwohl die Zuchtbedingungen möglichst variiert wurden, ging doch ein Käfer nach dem andern ein, ohne daß Eier abgelegt wurden. Dieser Mißerfolg fand erst 1936 bei der Aufarbeitung von konservierten Lockfängen die überraschende Erklärung, daß ich vermutlich nur männliche Käfer eingezwängert hatte. Da sich bei *Notoxus* die Geschlechter nicht äußerlich unterscheiden, wurden nämlich auf gut Glück eine Anzahl Käfer, die vorher durch Cantharidin angelockt waren, in Zuchtgläser gesetzt, in der Annahme, daß es annähernd so viel Männchen wie Weibchen seien. Als mir nun bei der gelegentlichen Präparation von Käfern auffiel, daß ich fast immer Männchen vor mir hatte, konservierte ich 1936 fortlaufend geköderte Käfer, um sie sodann auf ihre Geschlechtszugehörigkeit zu untersuchen. Das Ergebnis zeigt die nachstehende Aufstellung.

Geschlechtsverteilung von *Notoxus monoceros* in Fängen von 1936.

		♂♂	♀♀
14. IV.	Park Teltow-Seehof	3	0
15. IV.	„ „ „	13	0

¹⁾ Eine Mitteilung von Dingler (11) spricht ebenfalls für diese Annahme: Er entdeckte einen *N. monoceros* in einem Spargelstengel im Fraßgang einer Spargelfliegenmade, daneben einen feinhäutigen aufgerissenen Kokon und die Reste einer *Platyparvaea*-Larve.

		♂♂	♀♀
16. IV.	Park Teltow-Seehof	47	0
27. IV.	" " "	28	0
4. V.	" " "	14	0
6. V.	" " "	127	0
21. V.	Goldap, Ostpreußen	42	30
13. VI.	Park Teltow-Seehof	61	3
23. VI.	" " "	51	6
7. VII.	" " "	88	3
13. VII.	Getreidefeld bei Teltow	71	0
26. VII.	Friedrichshagen bei Berlin	44	3
4. VIII.	Park Teltow-Seehof	48	5
28. VIII.	Fürstenberg, Mecklenburg	5	1

Es wurde also vom 14. 4. bis 5. 5. bei Teltow nicht ein einziges Weibchen angelockt. Als ich dann am 21. 5. in Ostpreußen ein Fangergebnis mit 42 % Weibchen erhielt, erwartete ich nach meiner Rückkehr auch in der Umgebung von Berlin beide Geschlechter in etwa gleicher Zahl anzutreffen; aber diese Erwartung bestätigte sich nicht. Zwar wurden jetzt auch einige Weibchen erbeutet, doch war ihr Anteil (5,2 % für die 6 Fänge bei Berlin vom 13. 6. bis 28. 8.) äußerst gering. Unter den angelockten Weibchen, auch denen aus Ostpreußen, befand sich kein einziges mit jungfräulichen Geschlechtsorganen, vielmehr zeigte der Zustand der Ovarien, daß der Höhepunkt der Legetätigkeit überschritten oder diese bereits ganz eingestellt war. Ein Corpus luteum war fast immer deutlich zu erkennen, und die Bursa enthielt stets 1 bis 3 Spermatophoren. Auch an den männlichen Organen deutete nichts auf das Vorhandensein infantiler Merkmale hin. Demnach fehlt bisher jeder Anhaltspunkt dafür, wann die Jungkäfer schlüpfen und ob diese überhaupt durch Cantharidin angelockt werden können. Wie man die Seltenheit der weiblichen Käfer in den hiesigen Fängen erklären soll, ist mir ein Rätsel. Daß Cantharidin nicht etwa ein sexuelles Lockmittel ist, das normalerweise den männlichen Käfern zum Auffinden der Weibchen dient, beweist ja nicht nur das ostpreußische Fangergebnis, sondern auch die Tatsache, daß die Käfer alles cantharidinhaltige Material begierig fressen. Man könnte vielleicht daran denken, daß das Bedürfnis der Käfer für tierische Nahrung und damit auch die Reizschwelle für Cantharidin je nach Geschlecht, Alter und geographischer Herkunft — in letzterer Hinsicht vielleicht bedingt durch die Häufigkeit von Meloiden — verschieden hoch ist. Auf alle Fälle verdient das abweichende Verhalten der Weibchen und möglicherweise auch der Jungkäfer weiterhin besondere Beachtung.

2. Andere Anthiciden.

Mitte Mai 1936 wurden durch Herrn Mitzlaff in Ungarn einige Lockflaschen ausgelegt. Davon enthielt eine (Obstgarten bei Budapest) zwei Exemplare, eine andere (Acker bei Debrecen) ein Stück des ameisenähnlichen Anthiciden *Formicomus pedestris* Rossi. Trotz der wenigen erbeuteten Käfer darf wohl angenommen werden, daß diese Art ebenfalls durch Cantharidin angelockt wird.

In einer nach Siam gesandten Lockflasche, die Herr Coqui am 31. 8. 36 in Bangkok auf der Rasenfläche eines Parks nahe dem Zentrum der Stadt auslegte, wurden 14 Anthiciden erbeutet, die als *Anthicus malayensis* Pic bestimmt wurden¹⁾. In der Flasche befanden sich auch viele Kotpartikel der Käfer; sie enthielten neben Unmengen von Pilzsporen verschiedenster Form auch vereinzelt Insektenreste.

Außer den genannten Anthiciden müssen aber noch eine ganze Anzahl andere Angehörige dieser artenreichen Familie der Lockwirkung des Cantharidins folgen; denn verschiedene Beobachtungen aus Frankreich, Spanien und Algerien berichten über Vorkommen bzw. Ansammlungen der Käfer an Meloiden. So wurden z. B. gefunden: *A. fairmairei* Bris. an *Meloë rugosus* Mrsh., *A. cinctatus* Mars., *pumilus* Baudi, *chobauti* Pic, *aubei* Laf. an *Meloë majalis* L., *A. bivauculatus* Pic an *Meloë erythrocnemus* Pall. (Chobaut 6, 7, 8), *A. insignis* Luc. an *Meloë corallifer* Germ. (Bolivar 3). Ferner konnte Chobaut (7) durch Auslegen von toten *Lytta vesicatoria* L. *Notoxus mauritanicus* Luc. und *N. cornutus* Fabr. herbeilocken²⁾. Solche Beobachtungen gaben denn auch in französischen Entomologenkreisen Veranlassung zu Diskussionen über die Ursache der Anziehungskraft von Meloiden auf bestimmte Anthiciden. Auf die Erklärung, daß der Lockreiz vom Cantharidin ausgehen könne, ist indessen bisher noch niemand gekommen. Vielmehr vermutet Chobaut: „La vue et l'odorat doivent donc guider les Anthicides dans leurs recherches, l'odorat peut-être surtout, car on sait quelle odeur forte, comparable à celle de l'urine de souris, dégagent les Cantharides, ce qui les décèle à distance sur les Frènes, les Lilas ou les Oliviers qu'ils ont envahis.“ Dagegen meint Pic (cit. nach Chobaut), daß die Vesicantien

¹⁾ det. R. F. Heberdey.

²⁾ Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, daß Chobaut und Bleuse auf einer entomologischen Exkursion in Süd-Oran während der Rast durch das Erscheinen einer Anzahl *A. vosseleri* Pic und *A. fuscomaculatus* Pic auf ihrer Kleidung überrascht wurden (7). Es ist wohl anzunehmen, daß diese Forscher bei ihrer Sammeltätigkeit mit Meloiden in Berührung gekommen waren. Ferner berichtet Xambau (39) über einen Angriff von *A. instabilis* auf einen Käfer der Gattung *Scydmaenus*. Die Scydmaeniden sind kleine Käferchen, die den Meloiden nahestehen; ob sie auch Cantharidin enthalten, ist anscheinend nicht bekannt.

infolge ihres Aufenthalts auf blühenden Pflanzen vielleicht stark mit Blütendüften beladen seien und daher von den ebenfalls blütenbesuchenden Anthiciden aufgesucht würden. Auf Grund von Fütterungsversuchen, bei denen die Anthiciden zwar zuweilen ihre eigenen Artgenossen fraßen, aber sonst keine Insektenkost annahmen, gelangt Pic jedoch später (33) zu der Überzeugung, daß bestimmte Anthiciden, ohne eigentlich carnivor zu sein, sich von den ausgeschiedenen Säften anderer Insekten nähren. Indessen halte ich es, zumal auch nach dem Ergebnis der Kotuntersuchung von *A. malayensis*, für wahrscheinlich, daß alle canthariphilen Anthiciden, ähnlich wie *Notoxus monoceros*, teils von Pilzen, teils von bestimmten Insekten leben.

3. *Anthomyia pluvialis* L.

Die Fliege wurde in folgenden Gegenden angelockt: Ostpreußen (Kr. Goldap), Pommern (bei Kolberg), Kurmark, Lübecker Bucht (Timmendorf), Insel Sylt, Prov. Sachsen (Mansfelder Gebirgskr.), Oberbayern (Mittenwald), Hessen (Gießen), Rheinland (Bonn), Oesterreich (Wien), Ungarn (Budapest und Debrecen), Rumänien (Oradea).

Phänologische Daten: Erstbeobachtungen 19. 4. 35, 16. 4. 36, 20. 4. 37, also etwas später als *Notoxus*; die Überwinterung dürfte demnach als Puppe erfolgen. Letztbeobachtung: 4. 10. 34. Bei Wien wurden sogar am 30. 11. 35 noch einige Fliegen geködert.

Nach Séguy (36) ist *A. pluvialis* überall sehr gemein und liebt vor allem die Nähe von Wasser. Die Männchen sollen beim Nahen von Regen Lufttänze aufführen. Herr Dr. Klein-Krautheim (pers. Mitteilung) beobachtete die Fliegen häufig auf dem Fensterbrett des zoologischen Kurssaals im Forstinstitut der Universität Gießen. Dorthin wird sie vermutlich Cantharidinduft, der von dort bearbeiteten Insekten ausging, gelockt haben. Ich selbst konnte sie bisher ebenfalls nur im Zusammenhang mit Lockversuchen bzw. im Duftkreis unserer Laboratoriums-räume beobachten. So hielten sich bei günstigem Wetter fast stets einige auf unserer Laboratoriumsterasse auf, und hier bemerkte ich einmal, wie eine *A. pluvialis* an einer verletzten Kiefernspinnerraupe die austretende Hämolymphe aufzog, was mich zu den auf S. 130 erwähnten Versuchen mit Hämolymphe veranlaßte. Ferner sah ich dort wiederholt Fliegen an Klümpchen von Singvogelkot saugen. Vermutlich enthielt dieser Spuren von Cantharidin aus der Insektennahrung der Vögel. Ob sich nun *A. pluvialis* hauptsächlich von Insektenaas oder von Vogelkot, oder auch von beidem ernährt, soviel ist jedenfalls sicher, daß sie durch den Cantharidinduft ihre Nahrung auffindet. Zuckerhaltige Flüssigkeiten, die ja gewöhnlich als Lieblingsnahrung von Fliegen gelten, werden von *A. pluvialis* verschmäht. Neben Versuchen an gezwingerten Fliegen zeigte dies folgender Freilandversuch: Es wurden nebeneinander zwei Bäusche von Zellstoff-

watte ausgelegt, auf die zunächst gleiche Mengen Cantharidinlösung getropft waren, von denen aber nach Verdunsten des Essigäthers der eine mit Zuckerlösung, der andere mit Wasser getränkt wurde. An diesem letzteren sammelten sich nun zahlreiche Anthomyen an, während sich auf dem gezuckerten nur ganz wenige aufhielten.

An den Ködern schienen zwar im allgemeinen weibliche Fliegen häufiger zu sein als männliche, doch waren die an ihren großen Augen leicht kenntlichen Männchen immerhin so zahlreich, daß die gleichmäßige Vorliebe beider Geschlechter für Cantharidin nicht bezweifelt werden kann.

Die Larven von *A. pluvialis* sind phyto- und saprophage Humusbewohner. Nach Séguy wurden die Fliegen aus einem Baumschwamm und (offenbar in Fäulnis übergegangenen) Eichengallen erhalten. Dingler (11) zog die Fliege aus faulenden, von einem Abfallhaufen stammenden Runkelrüben, Kadocsa (25) aus stecken gebliebenen faulenden Blütenknospen von *Iris germanica* und Lundblad (28) aus Kulturcruciferen. Mir gelang im Frühjahr 1935 die Zucht sehr leicht. Ein 5 Liter fassender Glasstutzen wurde zu etwa einem Drittel mit verwesenden Pflanzen (Kohlrübenreste, Laub und geschnittenes Gras vom Komposthaufen) gefüllt, mit Gaze zugebunden und zunächst im Autoklaven erhitzt, um alle bereits darin vorhandenen Tiere, vor allem Raubinsekten, abzutöten. Am 30. 5. und nochmals am 3. 6. wurden an Ködern gefangene *A. pluvialis* eingesetzt und das Glas im Freien vor Regen geschützt aufgestellt. Die Fliegen starben bereits nach einigen Tagen, ohne daß Copula beobachtet wurde. In der Zeit vom 30. 6. bis 7. 7. schlüpfte jedoch eine Anzahl Jungfliegen. Im August wurde in derselben Weise wieder eine Zucht angesetzt und aus ihr auch die Larven und Puppen isoliert.

4. *Kempia brunripes* Meig. und andere Ceratopogoniden.

Ceratopogoniden wurden in folgenden Gegenden durch Cantharidin angelockt: Ostpreußen (Kr. Goldap), Kurmark, Lübecker Bucht (Timmendorf, Hannover (Münden), Pfalz (Neustadt a. H.), Österreich (Wien).

Phaenologische Daten: 1935 erschienen die ersten Gnitzen am 14. 4., 1937 schon am 7. 4. (Tagesmaximum 16°, Anflug gegen 19 Uhr bei 12°). Letzte Beobachtungen: 27. 11. 35: 2 ♂♂, 4. 12.: 4 ♀♀, 13. 12.: 1 ♀.

Die winzigen Gnitzen sind natürlich einer eingehenden Beobachtung an Köderschalen weniger leicht zugänglich als die vorher besprochenen Arten; vor allem läßt sich ihre Artzugehörigkeit nicht sicher feststellen. Nach konserviertem Material zu urteilen, scheinen zwar die meisten gefangenen Exemplare der oben genannten Art anzugehören, doch befinden sich auch einzelne Angehörige anderer, bisher noch nicht bestimmter Arten darunter. Die Tierchen erscheinen bei uns im Frühjahr und Sommer auch nicht so regelmäßig wie *Notoxus* und *Anthomyia*, sondern finden sich

nur bei bestimmten Wetterlagen zahlreich — oft zu Hunderten — an den Ködern ein, nämlich bei diesiger, feuchtigkeitsgesättigter Luft, vor allem beim Niedergehen eines feinen, kaum merklichen Sprühregens. An ständig feuchten Biotopen dürften sie jedoch jederzeit zu ködern sein. So konnten wir in den Buchenwäldern des Kattenbühl bei Hann. Münden am 4. 7. 34 an mehreren Köderstellen bei vierstündiger Beobachtung nur Gnitzen, aber nicht einen einzigen Vertreter der übrigen canthariphilen Arten anlocken. Auch an schönen Herbsttagen waren auf unserem Versuchsgelände die Gnitzen oft die einzigen Gäste der Köderschalen, und zwar erschienen jetzt auch häufig Männchen, die im Frühjahr und Sommer nicht beobachtet wurden.

Bekanntlich saugen viele Ceratopogoniden Insektenblut. Es ist also sehr wahrscheinlich, daß sich auch die canthariphilen Arten unter ihnen so ernähren und sich dabei auf cantharidinhaltige Insekten spezialisiert haben, zu denen sie durch den Duft dieser Verbindung geführt werden. Nach Kieffer (27) sind von den Jugendstadien der Gattung *Kempia* nur diejenigen von *K. fusca* bekannt; ihre Eier, Larven und Puppen finden sich zwischen Fadenalgen in stehendem Wasser.

5. Sonstige Dipteren.

Anthomyiiden: In einer am 18. 5. 36 bei Debrecen (Ungarn) ausgelegten Lockflasche befanden sich neben 17 *A. pluvialis* noch 21 Stück einer neuen *Hylemyia*-Art, die von O. Karl als *H. trispinosa* beschrieben worden ist¹⁾. Vermutlich ist die Nahrung dieser Fliege die gleiche wie bei *A. pluvialis*.

Cecidomyiiden: Bei Oradea (Rumänien) wurden am 13. 7. 36 93 Gallmücken einer nicht bestimmaren Art angelockt. Auch Herr Dr. E. Meyer, Bonn, fing an einem Cantharidinköder u. a. 5 Cecidomyiiden. Spätere Versuche müssen zeigen, ob sich tatsächlich regelmäßig Cecidomyiiden durch Cantharidin anlocken lassen.

(Asiliden?): Ingram und Douglas (24) beobachteten, daß die Meloide *Epicauta lemniscata* Fab. von der Raubfliege *Dizonias tristis* Walker angegriffen wird, die ihren Rüssel in den Rücken des Käfers zwischen den Flügeldecken einführt und seine Körpersäfte aussaugt. Es liegt nahe, daran zu denken, daß auch diese Fliege ihr Opfer durch den Cantharidinduft auffindet, und es wäre interessant, wenn sich diese Annahme durch Lockversuche bestätigen ließe.

6. *Perilitus plumicornis* Ruthe.

Diese kleine Braconide beobachtete ich bisher nur in der Gegend von Berlin. Sie erschien im Frühjahr verhältnismäßig spät; 1934 kam sie

¹⁾ Arb. morph. taxon. Ent. Berlin-Dahlem, 4, 83—84, 1937.

zwar schon am 1. 6. in größerer Zahl an die ersten überhaupt aufgestellten Lockschalen, 1935 aber erst vom 3. 6. an. Letztbeobachtung 6. 9. 36. An den Ködern erschienen ausnahmslos Weibchen.

Die Arten der Gattung *Perilitus* sind vorwiegend Käferparasiten. Der Wirt von *P. plumicornis* war zwar bisher noch nicht bekannt, aber das Verhalten der Tiere, das bereits auf S. 132 geschildert wurde, beweist, daß die Art ein Imaginalparasit von *N. monoceros* ist. Tatsächlich fand ich auch in einzelnen Käfern (Fänge vom 18. 4. 35, 15. u. 16. 4. 36) Braconidenlarven, die aller Wahrscheinlichkeit nach zu *P. plumicornis* gehören¹⁾.

Im Gegensatz zu den vorher besprochenen Arten fliegen die Schlupfwespen also nicht zu den Ködern, um zu fressen, sondern um ihre Eier abzulegen. Werden sie nun aber wirklich durch das Cantharidin angelockt, oder gibt erst die Anwesenheit ihres Wirts den Anlaß zu ihrem Erscheinen? Im letzteren Falle müßte *Notoxus* bei allen Lockversuchen zuerst am Köder eintreffen; läßt sich aber auch nur in einigen Fällen mit Sicherheit nachweisen, daß die Schlupfwespe zuerst da ist, dann kann sie nur dem Cantharidinduft gefolgt sein. Da die Käfer weit häufiger sind als ihr Parasit, kommen sie natürlich in den allermeisten Fällen zuerst an; aber im Juli 1935 konnte ich erstmalig mit Sicherheit beobachten, wie sich ein *Perilitus* als erstes Insekt auf einer Köderschale niederließ. Die gleiche Beobachtung machte ich dann im Sommer 1936 noch öfter am Grössinsee, wo *Perilitus* aus mir unbekanntem Gründen meist zahlreicher an den Ködern war als die übrigen Arten. Hier legte ich z. B. am 21. 6. gegen 14⁰⁰ im Schilf eine Lockflasche aus. In dieser hielt sich bis 19⁰⁰, wo ich die Flasche entfernte, als einziges Insekt ein *Perilitus* auf; auch in der Umgebung der Flasche waren keine canthariphilen Insekten zu entdecken. Gleichzeitig wurde auf dem benachbarten Wiesenstreifen eine Lockschachtel aufgestellt. Auf ihr ließen sich zuerst zwei *Perilitus* nieder, und dann erst erschien der erste *Notoxus*. In der Folge waren stets viel mehr Schlupfwespen in der Schachtel als Käfer; manchmal waren drei *Perilitus* hinter einem *Notoxus* her, und selbst die einzige vorhandene *Anthomyia* wurde zuweilen „versehentlich“ für einen Augenblick verfolgt. Gegen 19⁰⁰ wurde die Schachtel schnell geschlossen und später ihr Inhalt ausgezählt: Es waren 21 *Perilitus*-Weibchen und nur 6 *Notoxus*. Diese Beobachtungen lassen wohl keinen Zweifel darüber,

¹⁾ Anm. b. d. Korrektur: Inzwischen gelang es auch, die Wespe aus *N. monoceros* zu ziehen. In einer Petrischale, in der seit dem 11. 4. 37 einige der Käfer an Steinbrandähren gehalten wurden, schlüpfte am 3. 5. ein *Perilitus* ♀. Der Kokon war an der Wand der Schale angeheftet. Auffallenderweise begann die Wespe noch am gleichen Tage die Käfer in der auf S. 132 beschriebenen Weise eifrig zu verfolgen (Parthenogenese?).

daß *P. plumicornis* ebenfalls durch das Cantharidin angelockt wird. Außerdem aber spricht das Benehmen der zuerst am Köder erschienenen Wespen dafür, daß bereits der Duft des Cantharidins bei ihnen eine starke Erregung und Anspannung auslöst und sie so in Angriffsbereitschaft gegen ihren Wirt versetzt. Ein ganz ähnliches Verhalten zeigt nach Hase (22) auch die Braconide *Habrobracon brevicornis*. Sie wird durch den Duftstoff, der den Gespinsten der Mehlmottenraupen anhaftet, auch dann angelockt, wenn die Raupen selbst gar nicht vorhanden sind, und verharret an solchen Stellen in stichbereiter „Aufnahmestellung“; dagegen schreitet sie ohne die Gegenwart der Raupen nie zur Eiablage. Da *Perilitus* an den Köderschalen — abgesehen von gelegentlichen „Irrtümern“ — nur dem *Notoxus*, nicht aber den übrigen dort vorhandenen Insekten nachstellt, so muß der eigentliche Erkennungsakt und damit die Eiablage entweder durch den Gesichtssinn oder durch einen besonderen Nahgeruch (vgl. v. Frisch 17) ausgelöst werden. Es ist jedoch wenig wahrscheinlich, daß die Schlupfwespen unter normalen Verhältnissen durch den Käfer selbst vermöge seines Cantharidgehalts angelockt werden; denn dann wären allzu häufige Fehlleitungen durch andere cantharidin-haltige Insekten unvermeidlich. Vielmehr dürfte es sie überall dorthin ziehen, wo es nach Cantharidin „duftet“, sei es in die Nähe von Triungulinen oder toten Meloiden oder von anderen uns bisher noch unbekanntem cantharidinhaltigen Insekten. Und hier, wo *Notoxus* seine Nahrung sucht, wird sie auf ihren Wirt treffen.

Wenn wir uns nun auch auf Grund der obigen Darlegungen im großen und ganzen erklären können, zu welchem Zweck bestimmte Insektenarten dem Duft des Cantharidins folgen, so sind wir doch in manchen wesentlichen Punkten nur auf Vermutungen angewiesen, weil unsere Kenntnisse von der Lebensweise dieser Tiere noch zu lückenhaft sind. Die canthariphilen Arten sind ja durchweg wenig bekannte, wirtschaftlich belanglose Insekten, die bisher nur für entomologische Systematiker von Interesse waren; weder die angewandte Entomologie noch die theoretische Zoologie hatte Anlaß, sich mit ihnen zu beschäftigen. Nachdem uns aber jetzt solche bisher „gleichgültigen“ Arten die Möglichkeit bieten, einen Einblick in ein sinnesphysiologisches Gebiet zu tun, das allgemein im Leben der Insekten von allergrößter Bedeutung ist, macht sich unsere mangelhafte Kenntnis von der Lebensweise dieser Arten besonders fühlbar, und es muß eine der nächsten Aufgaben auf diesem Gebiet sein, diese Lücken möglichst bald auszufüllen. Wenn wir erst einmal sicher wissen, welche Beziehungen zwischen Duftstoff und Lebensweise bestehen und wie sich die canthariphilen Arten biologisch von ihren anders reagierenden nächsten Verwandten unterscheiden, so können wir möglicher-

weise auch die Duftstoffe kennen lernen, die die letzteren anlocken, und damit zu allgemeinen Gesichtspunkten gelangen, die uns auch bei anderen Insekten die Auffindung solcher Spezifika erleichtern.

Dagegen erfordern Untersuchungen, die sich lediglich mit den Leistungen der Sinnesorgane der canthariphilen Arten befassen, nicht unbedingt eine eingehende Kenntnis ihrer Lebensweise. Über einige derartige Versuche soll im folgenden berichtet werden.

c) Sinnesphysiologische Versuche.

1. Die Grenze der Lockwirkung (Lockschwelle).

Die Reizschwelle für Cantharidin, d. h. diejenige Konzentration, die in Gasform noch eben von den canthariphilen Insekten wahrgenommen wird, dürfte sich wohl kaum mit Sicherheit bestimmen lassen. Dagegen können wir durch einfache Köderversuche die Mindestmenge ermitteln, die, in Substanz an einer bestimmten Stelle dargeboten, noch eine deutliche Lockwirkung entfaltet. Zur Feststellung dieses Grenzwertes, den wir vielleicht als „Lockschwelle“ bezeichnen können, wurden abgemessene Mengen stark verdünnter Cantharidinlösungen in Uhrschildchen gegeben, die bisher noch nie mit Cantharidin in Berührung gekommen waren, und diese sofort nach dem Verdunsten des Essigäthers ausgelegt. Als Lockplätze wurden zwei Grasblößen im nordöstlichen Teile unseres Versuchsgartens gewählt, in deren engerem Umkreis noch kein Lockversuch stattgefunden hatte; die nächste früher benutzte Köderstelle lag etwa 15 m entfernt. So war zwar damit zu rechnen, daß sich die fraglichen Arten in der Umgebung aufhielten, doch war nicht anzunehmen, daß sich schon vorher nennenswerte Mengen auf den gewählten Stellen konzentriert hatten. Während der Versuche vermied ich es, mich längere Zeit bei den Schälchen aufzuhalten, um nicht durch Spuren von Cantharidin, die an meiner Kleidung haften konnten, die Insekten in die Nähe der Köder zu dirigieren.

11. 7. 34. Ein Schälchen mit 0,1 ccm einer 0,01%igen Lösung (= 10—5 g Cantharidin) wird nach Verdunsten des Lösungsmittels um 12¹⁵ ausgelegt:

Nach 9 Min. 1 *Anthomyia* auf der Schale,

„ 55 „ 10 *Notoxus* „ „ „ ,

„ 80 „ 11 „ „ „ „ weitere daneben im Gras.

Die Lösung wurde dann weiter auf 0,0001% verdünnt, hiervon ebenfalls 0,1 ccm (= 10—7 g Cantharidin) in ein Schälchen gegeben und dieses, das nach dem Verflüchtigen des Lösungsmittels keinen sichtbaren Rückstand mehr aufwies, um 17⁴⁰ am zweiten Lockplatz ausgelegt:

Nach 30 Min. laufen 3 *Notoxus* aufgeregt in der Schale umher,

nach 45 Min. nur noch ein *Notoxus* auf der Schale, verschiedene in nächster Nähe,
 „ 90 „ 1 *Notoxus* auf der Schale, ein zweiter daneben.

Damit ist erwiesen, daß die winzige Menge von 10⁻⁷ g Cantharidin noch eine deutliche Anziehungskraft auf *N. monoceros* ausübt. Die nur schwache und sehr bald nachlassende Frequenz des Schälchens deutet aber darauf hin, daß sich die geringen Spuren von Cantharidin im Laufe einer Stunde bis zur Unterschreitung der Lockschwelle verflüchtigen. Ich habe absichtlich die Versuche mit kleinsten Cantharidinnmengen nicht weiter ausgedehnt, weil ich aus Mangel an Zeit nicht in der Lage gewesen wäre, stets die Fehlerquellen auszuschließen, die durch unsere mit Cantharidinduft behafteten Laboratoriumsgeräte die Versuchsergebnisse hätten beeinflussen können. So bleibt auch zunächst die Frage unbeantwortet, ob etwa die Lockschwelle bei den übrigen Arten, vor allem bei *A. pluvialis*, von anderer Größenordnung ist als bei *N. monoceros*. Nun wird man vielleicht einwenden, daß der Wert von 10⁻⁷ g gar nicht so überraschend niedrig sei gegenüber den winzigen Spuren anderer Stoffe, die selbst unser menschliches Geruchsorgan noch wahrnimmt; wird doch z. B. für Jodoform ein Wert von 10⁻¹⁴ g pro Liter Luft angegeben. Aber solche Zahlen beziehen sich ja eben auf die Reizschwelle und werden dadurch ermittelt, daß im geschlossenen Raum bestimmte Mengen der Substanz in Dampfform übergeführt und gleichmäßig verteilt werden. In unserem Falle liegen aber die Verhältnisse ganz anders: Ein Zehntausendstel Milligramm einer festen kristallinen Verbindung befindet sich im Freien auf eng begrenzter Fläche von wenigen Quadratcentimetern. Der sicherlich geringe Anteil, der davon ständig wegsublimiert, wird sofort in der freien Luft ganz enorm weiter verdünnt. Und diese unfassbar geringen Spuren werden von Käfern, die irgendwo in der Umgebung umherkriechen, nicht nur wahrgenommen, sondern lösen sogar Suchreaktionen aus, die sie sicher zur Duftquelle hinführen. Wie unendlich niedrig mag demnach die wirkliche Reizschwelle liegen!

Der vorstehende Versuch sagt allerdings noch gar nichts darüber aus, aus welcher Entfernung die Tiere angelockt werden. Die Reichweite der Lockwirkung, die ja neben der Sinnesschärfe der Insekten auch von der Menge des dargebotenen Cantharidins abhängig ist, dürfte sich nur durch Aussetzen einer größeren Anzahl von markierten Versuchstieren in bestimmten Entfernungen vom Köder sicher nachweisen lassen; aber das Markieren dieser Insekten ist wegen ihrer Lebhaftigkeit und geringen Größe sehr schwierig¹⁾. Einen gewissen Begriff von der Reich-

¹⁾ Ein Versuch, eine Anzahl *Notoxus*, die in Äthernarkose mit Farbtupfen versehen waren, wieder zu ködern, schlug völlig fehl. Keiner der gefärbten

weite des Cantharidindufte vermag vielleicht die folgende Beobachtung zu geben. Im Freibad des Rangsdorfer Sees, wo sich an das vegetationslose Ufer ein etwa 100 m breiter, ebenfalls unbewachsener Sandstrand anschließt, legte ich am 2. 6. 34 möglichst dicht am Ufer eine kleine Menge 1% iges Cantharidinpulver aus, und es erschienen tatsächlich während einer etwa halbstündigen Beobachtungszeit einige Fliegen und Käfer. Da sich mindestens die letzteren weder am See, noch auf dem kahlen, überdies von zahlreichen Personen belebten Sandstrand aufgehalten haben werden, so können sie nur aus der angrenzenden bewachsenen Zone herbeigeflogen sein; sie müssen also die geringe Menge Cantharidin — meiner Schätzung nach etwa 1 mg der reinen Verbindung — auf mindestens 100 m hin wahrgenommen haben. Wahrscheinlich reicht aber die Lockwirkung des Cantharidins, besonders bei Darbietung größerer Mengen, noch ganz erheblich weiter.

Wie die vorstehenden Versuche und eine Reihe weiterer Beobachtungen (vgl. S. 129) zeigen, muß das Wahrnehmungsvermögen der canthariphilen Insekten dem Cantharidin gegenüber von einer Empfindlichkeit sein, von der wir uns gar keine Vorstellung machen können. Sie dürften sich durchaus mit den auf diesem Sinnesgebiet bekannten Spitzenleistungen messen können, etwa mit den Leistungen mancher Bombycidenmännchen, die der Duft der Weibchen auf beträchtliche Entfernung anlockt, oder denjenigen der Ichneumonide *Rhyssa persuasoria*, die die Larve von *Sirex gigas* durch mehrere Zentimeter dickes Holz wittert.

2. Verhalten der Insekten bei gleichzeitiger Darbietung verschiedener Cantharidinmengen.

Vom menschlichen Geruchssinn wissen wir, daß manche Substanzen, die in stark verdünntem Zustande als Wohlgerüche empfunden werden, in höherer Konzentration unangenehm riechen; so duftet z. B. verdünntes Indol nach Maiblumen, konzentriertes dagegen stinkt nach Fäkalien. Angesichts ihrer überaus hohen Empfindlichkeit für Cantharidin könnte man nun vielleicht erwarten, daß den angelockten Arten ein Cantharidinduft von hoher Intensität ebenfalls nicht mehr zusagt, sondern daß eine bestimmte mittlere Konzentration eine optimale Anziehungskraft ausübt. Wir können das dadurch prüfen, daß wir nebeneinander gleiche Mengen eines cantharidinhaltenen Stoffes, aber mit verschiedenem Gehalt an Cantharidin, darbieten.

Käfer — es waren 65 normale und 41, denen die Antennen abgeschnitten waren —, die erst am nächsten Tage nach völliger Erholung im Umkreis von höchstens 20 m um eine Köderschale verteilt wurden, wurde wieder gefangen, sondern ausschließlich ungefärbte, also an dem Versuch unbeteiligte Exemplare.

Am 28. 6. 34, 12⁰⁰ wurden auf einem schattigen Rasenplatz 4 Schälchen im Abstand von etwa 15 cm in quadratischer Anordnung aufgestellt und mit je 0,1 g Cantharidin-Talkumpulver in den unten angegebenen Konzentrationen versehen. Nach 2 Stunden wurden an den Schalen folgende Insekten gezählt:

1 ‰	Cantharidin:	17	<i>Notoxus</i> ,	1	<i>Anthomyia</i> ,	3	Gnitzen,	0	<i>Perilitus</i> .
0,5 ‰	"	9	"	2	"	0	"	1	"
0,25 ‰	"	4	"	0	"	1	"	1	"
0,1 ‰	"	1	"	0	"	1	"	0	"

Nach 4^{1/2} Stunden wurden die Schalen schnell zugedeckt und ihr Inhalt dann ausgezählt:

1 ‰	Cantharidin:	66	<i>Notoxus</i> ,	4	<i>Anthomyia</i> ,	4	Gnitzen,	13	<i>Perilitus</i> .
0,5 ‰	"	42	"	2	"	2	"	2	"
0,25 ‰	"	14	"	1	"	4	"	2	"
0,1 ‰	"	1	"	0	"	0	"	0	"

Die in Fig. 5 wiedergegebene Aufnahme zeigt die Verteilung der Insekten 4 Stunden nach Versuchsbeginn.

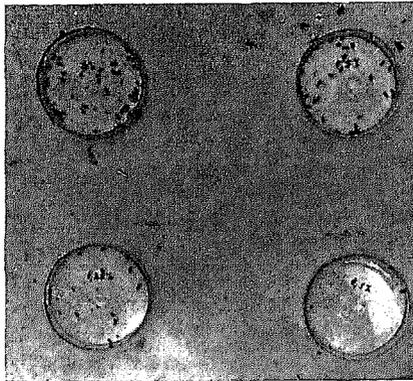


Fig. 5.

Oben links:	0,1 g	1 ‰iges	Cantharidinpulver.
" rechts:	0,1 "	0,5 ‰iges	"
Unten links:	0,1 "	0,25 ‰iges	"
" rechts:	0,1 "	0,1 ‰iges	"

Zur Vervollständigung dieses Versuches wurden späterhin, am 29. 6. 36, 11⁰⁵ nochmals zwei Schalen aufgestellt, von denen die erste 0,1 g reines Cantharidin, die zweite 0,1 g 1 ‰iges Cantharidinpulver enthielt. Nach 30 Minuten waren vorhanden

bei reinem	Cantharidin:	10	<i>Anthomyia</i> ,
" 1 ‰igem	"	2	"
			1 <i>Notoxus</i> .

Nach etwa $1\frac{1}{2}$ Stunden wurde die in Fig. 6 wiedergegebene Aufnahme gemacht, welche deutlich die Bevorzugung der linken, das reine Cantharidin enthaltenden Schale erkennen läßt. Reines Cantharidin übt also die stärkste Anziehungskraft aus; man konnte auch deutlich erkennen, wie die Käfer und Fliegen eifrig an den einzelnen Kristallen fraßen bzw. sogen.

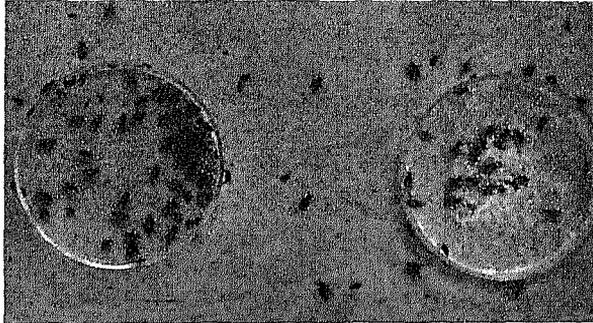


Fig. 6. Linke Schale: 0,1 g reines Cantharidin.
Rechte „ : 0,1 g 1⁰/₁₀₀iges Cantharidinpulver.

Aus diesen Versuchen ergibt sich, daß bei gleichzeitiger Darbietung verschiedener Cantharidinemengen die Frequenz der Köderschalen mit steigender Konzentration zunimmt. Demnach bewirkt die Steigerung der Reizintensität kein Umschlagen des Gefühlstons der Empfindung von positiv zu negativ.

3. Zusätze von Riechstoffen zu Cantharidinködern.

Es sind bekanntlich schon wiederholt Zweifel darüber aufgetaucht, ob die Anlockung von Insekten auf weite Entfernung hin überhaupt durch die Vermittlung ihres Geruchssinns zustande kommt oder ob sie nicht vielmehr durch einen uns unbekanntem Sinn hervorgerufen wird. Zu solchen Überlegungen gaben vor allem die Versuche von Fabre (12) an *Saturnia pyri* und *Lasiocampa quercus* Anlaß. Um festzustellen, ob die Männchen dieser Arten wirklich durch den Geruchssinn zu den Weibchen geführt werden, versuchte er, den von letzteren ausgehenden Duft durch intensive Fremdgerüche zu verdecken, indem er Naphthalin und andere starke Riechstoffe in dem Zimmer, welches das eingezwängerte Weibchen enthielt, verdunsten ließ. Trotzdem stellten sich jedoch zahlreiche Männchen ein. Fabre schloß zunächst hieraus, daß die männlichen Falter durch eine vom Weibchen ausgehende Strahlung angelockt würden, konnte aber durch weitere Versuche keine Bestätigung hierfür erlangen. Andererseits konnte v. Frisch (16) nachweisen, daß Bienen, die auf einen Duftstoff

dressiert sind, den Dressurduft nach Beimischung eines fremden Duftes, sofern dieser genügend stark ist, nicht mehr beachten.

Im Cantharidin haben wir nun eine uns bekannte chemische Verbindung vor uns, die eine ganz ähnliche Lockwirkung ausübt wie die Duftstoffe weiblicher Lepidopteren. Wir wissen, daß Cantharidin dank seines hohen Dampfdrucks ein verhältnismäßig flüchtiger Körper ist, brauchen uns also seine Fernwirkung nicht mit Hilfe einer hypothetischen Strahlung zu erklären, sondern können sicher sein, daß sie durch molekulare Reize, ähnlich wie beim Geruchssinn, zustande kommt. Ob nun wirklich die Cantharidinempfindung den übrigen Geruchsempfindungen der betr. Insekten qualitativ gleichzuordnen ist oder nicht, muß sich durch Zugabe intensiver „echter“ Geruchsstoffe beweisen lassen: Wird durch einen solchen Störgeruch die Wahrnehmung des Cantharidins unterdrückt, so wäre diese zweifellos als Qualität des Geruchssinns aufzufassen; ist das aber nicht der Fall, so sind wir auch nicht berechtigt, beide Empfindungen als gleichwertige Qualitäten zu betrachten. Einige solcher Versuche seien im folgenden wiedergegeben.

7. 6. 34. 1%iges Cantharidinpulver wurde in einer Reibschale mit Pyridin (hochsiedende Basen) angerieben, so daß eine feuchte, bröcklige Masse entstand, die in einem Schälchen auf der Terasse ausgelegt wurde. Es fanden sich bald zahlreiche *Anthomyia* und auch einzelne *Notoxus* ein. Nach einer Stunde saßen 20 *Anthomyia* und 2 *Notoxus* am Schälchen. Nach 2 Stunden hielten sich 30—40 *Anthomyia* in der Nähe der Schale auf. Nach Ablauf dieser Zeit roch die Masse noch intensiv nach Pyridin.

12. 6. 34. Ein Glaszylinder von 13 cm Höhe und 17 cm Durchmesser wurde oben mit einem Stück Gazestoff überspannt und vermittels untergeschobener Hölzchen so auf ein Brett gestellt, daß unten noch ein ca. 0,5 cm hoher Spalt als Durchschlupf für die Insekten frei blieb. In den Zylinder wurden zwei Schälchen gesetzt, von denen das eine etwas 1%iges Cantharidinpulver, das zweite einen mit Pyridin getränkten Wattebausch enthielt, worauf der so vorbereitete Insektenfänger auf einen Rasenplatz gestellt wurde. Der Geruch des Pyridins, der innerhalb des Zylinders natürlich besonders stark war, ließ sich oberhalb des Gazever schlusses noch in 40 cm Entfernung wahrnehmen. Trotzdem erscheinen in der Nähe des Zylinders bald eine Anzahl Fliegen und Käfer, zögern aber hineinzukriechen. Eine Stunde nach dem Aufstellen sind aber doch 2 *Anthomyia* hineingeschlüpft, und nach einer weiteren Stunde außerdem noch 8 *Notoxus*, die sämtlich am Cantharidinpulver fressen.

18. 7. 34. 5 g einer 20%igen Vermahlung von *Asa foetida* mit Talkum werden in ein Uhrschälchen gefüllt und in die Mitte der Masse einige Tropfen Cantharidinlösung geträufelt. 20 Minuten nachdem das Schälchen ausgelegt war, wurden mehrere *Notoxus* und *Anthomyia* in

der Nähe beobachtet. Nach $1\frac{3}{4}$ Stunden kriechen einige *Notoxus* und ein *Perilitus* am Rande der Schale umher, gehen aber nicht in das Pulver; in der Umgebung des Schälchens befanden sich weitere Käfer, Fliegen und Schlupfwespen. Das gleiche Bild bietet sich auch noch 4 Stunden nach Auslegen der Schale. Der penetrante Geruch ist zu dieser Zeit noch deutlich wahrzunehmen.

28. 6. 36. In die Mitte einer Petrischalen-Hälfte wurde ein Häufchen eines naphthalinhaltigen Cantharidinpräparats geschüttet, das ursprünglich für insecticide Untersuchungen bestimmt war. Die Herstellung war durch Verschmelzen gleicher Teile gepulverter chinesischer Canthariden mit Naphthalin und nachträglicher Vermahlung mit Talkum erfolgt. Das fertige Pulver enthielt 40 % chinesische Canthariden (= 0,56 % Cantharidin), 40 % Naphthalin und 20 % Talkum. 30 Minuten nach dem Auslegen befand sich ein *Notoxus* in der Schale, aber nicht am Pulver, und eine ganze Anzahl weiterer Käfer und auch Fliegen daneben im Grase. Nach einer Stunde: 14 Käfer in der Schale. Nach 2 Stunden: 23 Käfer in der Schale. Das Pulver selbst wurde nicht berührt.

Ganz entsprechende Ergebnisse lieferten auch Versuche mit Zusätzen der wohlriechenden Substanzen Geraniol, Eugenol und Zitronenöl. Eine Bevorzugung der mit solchen Wohlgerüchen versetzten Köder durch die Insekten findet nicht statt. Sie wirken im Gegenteil, wie vor allem eingehende Vergleichsversuche mit Geraniol-Zusatz zeigten, in unmittelbarer Nähe ähnlich abstoßend wie die oben genannten unangenehm riechenden Stoffe.

All diese Versuche zeigen eindeutig, daß sich die Lockwirkung des Cantharidins durch Hinzufügen stark riechender Substanzen nicht unterdrücken läßt; die canthariphilen Arten können also durch solche Störgerüche ebenso wenig von ihrem Ziel ferngehalten werden wie die Spinnerweibchen in den Versuchen von Fabre. Man hat nun versucht, sich das Verhalten solcher Insekten, die für bestimmte, für uns nicht wahrnehmbare Düfte eine besondere Empfindungsschärfe besitzen, durch die Annahme zu erklären, daß diese Arten Geruchsspezialisten seien (vgl. v. Frisch, 17), die nur den einen für sie lebenswichtigen Duft wahrnehmen, für die uns geläufigen Geruchsstoffe aber unempfindlich sind. Das trifft nun für die canthariphilen Arten bestimmt nicht zu; denn man kann ohne weiteres beobachten, daß sie den unangenehmen Geruch von Pyridin, *Asa foetida* und Naphthalin sehr wohl wahrnehmen und vor ihm zurückschrecken. Man könnte sich ferner vorstellen, daß die Tiere vermöge der für sie unzweifelhaft größeren Reichweite des Cantharidinduftes zwar bis in die Nähe der Köderschalen gelockt werden und diese gewissermaßen einkreisen, daß aber trotzdem im intensiven Duftzentrum der Fremddüfte der anlockende Duft überdeckt und daher nicht mehr wahrge-

nommen wird. Auch das ist nicht richtig: Die Insekten kommen auch in der ihnen sichtlich unangenehmen Zone des störenden Geruchs bis unmittelbar an den Köder heran; sie kriechen z. T. sogar in einen Glaszylinder, der von intensivem Pyridingeruch erfüllt ist, und finden das darin aufgestellte Cantharidinschälchen. So bleibt denn nur die eine Erklärung übrig: Der Duft des Cantharidins wird unabhängig von dem Geruch der verschiedenen Zusatzstoffe wahrgenommen; es findet, wenn wir unsere Versuchsergebnisse verallgemeinern dürfen, keine Mischung der Cantharidin-Empfindung mit den uns geläufigen Geruchsqualitäten statt. Und dasselbe dürfte wohl auch für die unzähligen anderen, für uns meist nicht wahrnehmbaren spezifischen „Duftstoffe“ gelten, die im Leben der Insekten eine überaus wichtige Rolle spielen und die im folgenden unter der Bezeichnung „Attraktivstoffe“ zusammengefaßt werden sollen. Schließen wir uns nun den bekannten Definitionen an, wonach zwei Empfindungen dann zu verschiedenen Modalitäten gehören, wenn Übergangsqualitäten fehlen (Helmholtz) oder wenn sich zwischen ihnen keine einheitlichen Mischungen herstellen lassen (Ziehen), so müssen wir folgerichtig die Attraktivempfindungen von dem Geruchssinn trennen und einer besonderen Modalität zuordnen. Andererseits aber bestehen wieder enge Beziehungen zwischen beiden Gruppen, insofern sie durch gleichartige adaequate Reize, nämlich durch chemische Substanzen in gasförmigem Aggregatzustande ausgelöst werden, und es wäre daher das Nächstliegende, diesen chemischen Fernsinn, wie bisher, als Geruchssinn zu bezeichnen. Aber auch in diesem letzteren Falle ist es zweckmäßig, eine klare Trennungslinie zwischen den normalen Geruchsqualitäten und den Attraktivempfindungen zu ziehen. Daß eine solche Trennung berechtigt ist, beweist ja auch das Verhalten der Bienen gegenüber Geruchsreizen, über das wir dank der Untersuchungen v. Frisch's besonders gut unterrichtet sind. Danach zeigen die Bienen sowohl hinsichtlich der Qualität als auch der Intensität ihrer Geruchsempfindungen eine über Erwarten große Übereinstimmung mit der normalen menschlichen Geruchsleistung. Während sie Farben schon in beträchtlicher Entfernung erkennen, nehmen sie Gerüche erst in nächster Nähe wahr, selbst wenn intensive Düfte verwendet werden. Dagegen ist das Wahrnehmungsvermögen der Bienen für einen bestimmten Duftstoff ungleich empfindlicher, nämlich für die Ausscheidungen des eigenen abdominalen Duftorgans, die für den Menschen nur einen schwachen, melisseartigen Geruch besitzen¹⁾. In dieser uns ihrer Zusammensetzung nach noch unbekannt Substanz dürfen wir wohl einen Attraktivstoff nach Art des

¹⁾ Ob dieser für uns wahrnehmbare Geruch tatsächlich derjenige des von den Bienen wahrgenommenen Attraktivstoffes ist oder nur ein zufälliger Nebengeruch des Duftorgans, ist wohl noch nicht sicher erwiesen.

Cantharidins sehen. Seine Wahrnehmung wird allem Anschein nach nicht durch die Anwesenheit anderer Gerüche beeinträchtigt; denn die Bienen lassen sich auf der Suche nach Tracht sowohl von Spuren ihres Eigenduftes, den frühere Besucher auf den Blüten hinterlassen haben, als auch von den viel intensiveren Blütendüften leiten.

Wie v. Frisch (17) aus dem verschiedenen Bau der antennalen Sinnesorgane der Biene auf verschiedenartige Riechfunktionen schließt, so können wir auch umgekehrt auf Grund der voneinander unabhängigen Wahrnehmung echter Geruchsreize und Attraktivreize vermuten, daß beide durch verschiedene Rezeptoren aufgenommen werden. Demnach würden also die Insekten mittels einer bestimmten Gruppe von Rhinarien im großen und ganzen nur solche Verbindungen wahrnehmen, die wir ebenfalls mit etwa gleicher Deutlichkeit riechen; daneben aber würden anders gebaute Rhinarien auf bestimmte Stoffe von anderer Zusammensetzung ansprechen, für die uns ein geeignetes Sinnesorgan fehlt. Diese Annahme macht uns zwar die Unabhängigkeit beider Empfindungen verständlicher, eine wirkliche Erklärung dafür kann sie uns aber natürlich nicht geben; denn das Verschmelzen zweier Empfindungsqualitäten ist ja ein rein psychologischer Prozeß, der auch dann zustande kommen kann, wenn die Reize durch verschiedenartige Rezeptoren aufgenommen werden (vgl. z. B. menschliche Geschmacksempfindungen). Man wird jedoch zugeben, daß der überaus empfindliche chemische Fernsinn der Insekten in den meisten Fällen überhaupt nur dann seinen biologischen Zweck erfüllen kann, nämlich die Tiere auf größere Entfernung hin zu ihrer Nahrung, zum Geschlechtspartner oder zur Fortpflanzungsstätte zu führen, wenn die Attraktivempfindungen nicht von den mannigfachen Gerüchen der Umgebung störend beeinflusst werden können.

d) Schlußbemerkungen über Geruchs- und Attraktivstoffe.

In der angewandten entomologischen Literatur finden sich bekanntlich sehr zahlreiche Angaben darüber, daß bestimmte Riechstoffe eine anlockende Wirkung auf schädliche Insekten ausüben. Man beobachtete, daß Pflanzenschädlinge, z. B. nach Verlassen ihres Überwinterungsortes, ihre Nährpflanzen mit Sicherheit auffanden. Wenn nun diese Pflanzen einen Stoff enthielten, der für menschliche Begriffe einen charakteristischen Geruch besitzt, so schloß man daraus, daß sich auch die Insekten nach diesem Duft richten. So sollen die an Nadelhölzern schädlichen Borken- und Rüsselkäfer durch den Geruch von Harz oder Terpentinöl angezogen werden, Kohlweißlinge und Erdflöhe durch das in Cruciferen enthaltene Senföl usw. In anderen Fällen glaubte man durch den Zusatz fruchtig riechender Substanzen, wie Amylacetat, die Anlockungsfähigkeit an sich wirksamer Köder (gärender Fruchtsäfte oder sonstwie in Zersetzung übergegangenen

Materials) noch erhöhen zu können. Die meisten dieser älteren Angaben dürften einer kritischen Nachprüfung ebensowenig standhalten wie etwa die häufig gegebene Anweisung, dem Auftreten pflanzenschädlicher Fliegenarten auf Feldern durch Vermeidung von Stallmistdüngung zu begegnen, weil man glaubt, daß dieser auf alle Fliegenarten ebenso anziehend wirken müsse wie etwa auf Stubenfliegen. Doch läßt sich natürlich nicht leugnen, daß Insekten auch durch echte, für uns wahrnehmbare Gerüche angezogen werden können; es sei nur an das Verhalten von Bienen und Schmetterlingen gegenüber Blütendüften erinnert. Vor allem ergibt sich das aber aus der Entdeckung von Richmond (34, 35), daß durch den Geruch von Geraniol große Mengen des Käfers *Popillia japonica* Newm. angelockt werden. Abgesehen davon, daß Geraniol auch für menschliche Begriffe einen intensiv blumigen Geruch besitzt, dürften aber hier die Verhältnisse insofern doch etwas anders liegen als bei den Attraktivstoffen von der Art des Cantharidins, als auf *P. japonica* auch andere Riechstoffe, wie Hemlocköl, Senföl, Zitronenöl, Isoamylvaleriat und vor allem Eugenol eine gewisse Lockwirkung ausüben. So dürfte Geraniol wohl weniger ein Specificum für den Käfer darstellen, als vielmehr ein Optimum unter all den blumigen und fruchtigen Düften, auf welche er reagiert¹⁾. Die Feststellung von Steiner (37), daß ein Zusatz von Geraniol auch die Anziehungskraft von Melasseködern auf die Falter von *Cydia pomonella* L. erhöht, scheint ebenfalls dafür zu sprechen, daß Geraniol lediglich die Eigenschaften eines besonders angenehm empfundenen Blütenduftes hat.

Ob die zahlreichen anderen Geruchsstoffe, die neuerdings hauptsächlich von amerikanischen Autoren als Anlockungsmittel für bestimmte Arten aufgeführt werden (vgl. u. a. McIndoo, 30, Morgan u. Crumb, 31) tatsächlich für sich allein, d. h. wenn sie nicht als Zusatz zu gärenden Substanzen dienen, eine Lockwirkung ausüben, erscheint mir auf Grund eigener Erfahrungen recht fraglich. Seit einer Reihe von Jahren habe ich nämlich vielfach versucht, durch ätherische Öle und andere charakteristisch riechende Substanzen Insekten anzulocken und setzte diese Versuche nach Auffindung der Lockwirkung des Cantharidins in erhöhtem Maße fort. Bis auf einen Fall konnte ich jedoch mit keinem dieser Stoffe, auch nicht mit Geraniol und Eugenol, irgendwelche Insektenarten regelmäßig anlocken. So ließ sich z. B. weder *Hyllobius abietis* durch Terpentinöl

1) Bei der Bewertung der hohen Fangzahlen, die Richmond, Metzger u. a. erhielten, muß man berücksichtigen, daß *P. japonica* ein in großen Massen auftretender Schädling ist und daß der Riechstoff in ausgiebigstem Maße durch Bespritzen ganzer Bäume, Ausspannen getränkter Stoffstreifen und Aufhängen von Ködergefäßen, die neben Geraniol auch noch Eugenol und Melasse-Kleimischung enthielten, angewandt wurde.

oder andere aus Nadelhölzern gewonnene ätherische Öle ködern, noch hatte ich mit Butylacetat, das angeblich Stubenfliegen auf weite Entfernung anlocken soll (30), den geringsten Erfolg. Auch v. Frisch, der ja ebenfalls eine große Zahl von Riechstoffen, darunter auch Geraniol, bei seinen Dressurversuchen an Bienen benutzte, erwähnt nichts davon, daß sich noch andere Insekten an den Duftkästchen angesammelt hätten. Die einzige Substanz, mit der ich wenigstens in einigen Fällen eine gewisse Lockwirkung erzielen konnte, ist das übelriechende Skatol. Zu diesen Köderversuchen wurde eine kleine Menge Skatol in Aceton gelöst und diese Lösung in eine mit Quarzsand gefüllte Schale gegeben. Nach dem Verdunsten des Acetons besaß der Sand einen zwar intensiven, aber nicht übermäßig starken Fäkalgeruch. Wurde solch eine Schale im Freien ausgelegt, so kamen zuweilen binnen weniger als einer Minute einige *Scatophaga* sp. in schnellem Fluge gradeswegs auf die Schale, blieben dort kurze Zeit, flogen aber bald wieder ab, um sich in der Nähe niederzusetzen. Also ein wesentlich anderes Bild wie bei Cantharidinködern. Das schnelle Erscheinen der *Scatophaga* und das Ausbleiben späterer Zuzügler spricht dafür, daß der Skatolgeruch nur durch die in der Nähe befindlichen Fliegen wahrgenommen wird. Er löst auch weder Fraßreaktionen noch sonstige Erregung bei den Fliegen aus, vielmehr scheinen sie, nachdem sie dem Geruch nach in der Köderschale Fäkalien vermuteten, sich nur zu vergewissern, daß nichts dergleichen vorhanden ist, und später jedes Interesse an der Substanz selbst zu verlieren. An Cantharidinködern dagegen wächst die Zahl der Insekten noch nach Stunden an; sie müssen also auch aus größerer Entfernung angelockt werden. Sie geraten ferner unter dem Einfluß des Attraktivstoffes in eine deutliche Erregung und z. T. auch Freßlust. Eine ganz ähnliche Wirkung üben auch andere, uns noch unbekanntere Attraktivstoffe aus: *Habrobracon brevicornis* macht sich unter dem Einfluß des von den Gespinsten der Mehlmotten ausgehenden Duftes stichbereit, und die Männchen von Spinnerarten geraten auf Unterlagen, die den Duft der Weibchen an sich tragen, in sexuelle Erregung. So geben vielleicht die uns geläufigen echten Gerüche den Insekten nur gewisse Anhaltspunkte beim Auffinden von Nahrung oder Brutgelegenheit, während die Attraktivstoffe darüber hinaus einen Reiz zur Nahrungsaufnahme, Copulation oder Fortpflanzungstätigkeit ausüben.

Die Unabhängigkeit der Attraktivempfindungen von den eigentlichen Geruchsempfindungen verdient auch bei der praktischen Insektenabwehr Beachtung. Man versucht bekanntlich durch stark riechende Substanzen blutsaugende Insekten von Menschen und Nutztieren oder Pflanzenschädlinge (z. B. Erdflöhe) von ihrer Nährpflanze fernzuhalten, oder man will bestimmte Arten (z. B. Malkäfer) verhindern, an bestimmten Örtlichkeiten

ihre Eier abzulegen. Der unzureichende Erfolg solcher Maßnahmen ist ja bekannt und dürfte sich dadurch erklären, daß wir auch durch Stoffe, die für menschliche Begriffe noch so intensiv riechen, den Duft des Attraktivstoffes, der die Insekten zu ihrer Nahrung oder zu ihrer Fortpflanzungsstätte lockt, nicht unterdrücken können. Wir können z. B. durch die bekannten Mückenabwehrmittel zwar die Mücken bis zu einem gewissen Grade irritieren und eine Zeitlang davon abhalten, sich auf unserm Körper niederzulassen; aber es läßt sich dadurch nicht verhindern, daß sie uns umschwärmen und fortwährend versuchen, zum Stich zu kommen. Wenn wir erst einmal mehr über die Natur der spezifischen Lockstoffe wissen, dann werden wir vielleicht auch Verbindungen finden können, die auch von den Rezeptoren der Attraktivstoffe wahrgenommen werden und so bei genügender Intensität die Attraktivempfindung unterdrücken können. In solchen Verbindungen hätten wir dann sicherlich weit wirksamere Schutzmittel, die das Ziel, das die Insekten zu erreichen suchen, tatsächlich unkenntlich machen.

Die Durchführung der vorstehenden Untersuchungen wurde mir durch das Entgegenkommen des Vorstandsmitgliedes der Schering-Kahlbaum A. G., Herrn Direktor Dr. Stalman, ermöglicht, dem ich für sein Interesse und die großzügige Förderung dieser Arbeiten meinen verbindlichsten Dank ausspreche.

Meinem Kollegen Dr. H. Schotte möchte ich auch an dieser Stelle für seine kameradschaftliche Unterstützung und viele wertvolle Ratschläge herzlichst danken.

Großen Dank schulde ich ferner Herrn Regierungsrat Dr. Sachtleben und Herrn Inspektor Korschefsky vom Deutschen Entomologischen Institut, Berlin-Dahlem, für die Durchführung bzw. Vermittlung der Insekten-Bestimmungen und die Versorgung mit Literatur. Herrn Professor Dr. Blunck, Bonn, verdanke ich ebenfalls einige wichtige Literaturhinweise.

Schriftenverzeichnis.

1. Beauregard, H., Les insectes vésicants. Paris 1890.
2. Bedel, L., [Sitzungsmitt.] Bull. Soc. Ent. Fr. 1895, p. CCCLXXVIII.
3. Bolivar, [Sitzungsmitt.] Ann. Soc. Esp. 60, 184, 1896.
4. v. Bruchhausen, F. & Bersch, H. W., Zur Konstitution des Kantharidins. Eine eigenartige Zerfallsreaktion des Kantharidins. Arch. d. Pharm. 266, 697, 1928.
5. Calwers Käferbuch, 6. Aufl. Stuttgart 1916.
6. Chobaut, A., Note sur des *Anthicus Fairmairei* Bris. trouvés sur le corps d'un *Meloe rugosus* Marsh. Ann. Soc. Ent. Fr. 1895, Bull. p. 377.
7. —, Nouvelles observations sur les relations biologiques des Anthicides avec les Vésicants. Bull. Soc. Ent. Fr. 1897, 74.

8. Chobaut, A., Nouvelle observation de parasitisme d'un *Anthicus* à l'égard d'un *Meloë*. Bull. Soc. Ent. Fr. 1923, 146.
9. Cuénot, L., Le sang de *Meloë* et le rôle de la cantharidine dans la biologie des Coléoptères vésicants. Bull. Soc. Zool. France, 15, 126, 1890.
10. Diels, O. & Alder, K., Synthesen aus der hydroaromatischen Reihe. II. Mitteilung. Über Cantharidin. Ber. Dtsch. Chem. Ges. 62, 554, 1929.
11. Dingler, M., Die Tierwelt des Spargelfeldes. Ztschr. angew. Entom. 21, 291, 1935.
12. Fabre, J. H., Bilder aus der Insektenwelt. Stuttgart 1914.
13. Flach, Biologische Kleinigkeiten. Stett. Ent. Ztschr., 48, 362, 1887.
14. Folsom, J. W., Notes on little-known cotton insects. J. econ. Ent. 29, 282, 1936.
15. Friederichs, K., Die Grundfragen und Gesetzmäßigkeiten der land- und forstwirtschaftlichen Zoologie, Berlin 1930.
16. v. Frisch, K., Über den Geruchssinn der Biene und seine blütenbiologische Bedeutung. Zool. Jahrb. Abt. allg. Zool. u. Physiol. 35, 1919.
17. —, Über den Sitz des Geruchssinnes bei Insekten. Ebenda, 38, 44, 1921.
18. —, Aus dem Leben der Bienen. 2. Aufl. Berlin 1931.
19. Gadamer, J., Die Konstitution des Kantharidins. Arch. d. Pharm. 252, 609, 1914.
20. Görnitz, K., Methoden zur Prüfung von Pflanzenschutzmitteln. IV. Neue Apparate und Methoden. Mitt. Biol. Reichsanst. 46, 5, 1933.
21. Hacker, P. L., Atome zur Biologie der Käfer. Wiener Ent. Zeitg. 17, 33, 1898.
22. Hase, A., Biologie der Schlupfwespe *Habrobracon brevicornis* (Wesmael), *Braconidae*. Arb. Biol. Reichsanst. 11, 95, 1922.
23. Heikertinger, F., Die Coccinelliden, ihr „Ekelblut“, ihre Wartracht und ihre Feinde. Biol. Zentralbl. 52, 65, 1932.
24. Ingram, J. W. & Douglas, W. A., Notes on the life history of the striped blister beetle in southern Louisiana. J. econ. Ent. 25, 71, 1932.
25. Kadöcsa, G., Madige Iris-Blütenknospen. Ztschr. Pflanzenkrankh. 44, 444, 1934.
26. Kieffer, J. J., Observations biologiques sur quelques Coléoptères. Bull. Soc. Ent. Fr. 1922, 285.
27. —, *Chironomidae Ceratopogoninae*. In: Faune de France, Paris 1925.
- *28. Lundblad, O., Kållflugorna. Medd. St. Växtskyddsanst. No. 3. Stockholm 1933. (Ref. Rev. Appl. Ent. 21, 499, 1933).
29. Martini, E., Medizinische und veterinärmedizinische Entomologie. In: Handbuch der Entomologie von Schröder, Bd. II. Jena 1929.
30. McIndoo, N. E., Responses of insects to smell and taste and their value in control. J. econ. Ent. 21, 903, 1928.
31. Morgan, A. C. & Crumb, G. E., Notes on the chemotropic responses of certain insects. J. econ. Ent. 21, 913, 1928.
32. Pawlowsky, E. N., Gifttiere und ihre Giftigkeit. Jena 1927.
33. Pic, M., Sur les instincts carnassiers des Anthicidae. Bull. Soc. Ent. Fr. 1897, 266.
34. Richmond, E. A., Olfactory response of the Japanese beetle (*Popillia japonica* Newm.) Ent. Soc. Wash. Proc. 29, 86, 1927.
35. — & Metzger, A trap of the Japanese beetle. J. econ. Ent. 22, 299, 1929.

36. Séguy, E., Diptères Anthomyides. In: Faune de France, Paris 1928.
37. Steiner, K. F., Codling moth bait trap solutions. J. econ. Ent. 22, 686. 1929.
38. Traizet, Em., Observations biologiques sur le *Notoxus monoceros* (Col.). Bull. Soc. Ent. France 1896, 104.
39. Xambau, Notes et observations sur les Anthioïdes de France. Feuille Jeun. Nat. 10, 128, 1879—80.

Beobachtungen an *Meloe violaceus* L. und *Notoxus monoceros* L.

Von R. Korschefsky,

Deutsches Entomologisches Institut, Berlin-Dahlem.

In den nachfolgenden Zeilen gebe ich einige biologische Freiland-Beobachtungen bekannt¹⁾, die ich 1936 machen konnte, und die sich zweckmäßig in den Rahmen der vorstehenden sehr interessanten Arbeit von Herrn Dr. K. Görnitz einfügen lassen.

Am 19. Mai 1936 beobachtete ich auf einer sich einem Hang anschließenden Wiese im Naturschutzgebiet von Bellinchen/Oder bei Freienwalde ein sehr großes Weibchen von *Meloe violaceus* L., welches sich besonders langsam vorwärts bewegte, obwohl das Gelände fast wagerecht lag. Das Tier, das beim Laufen eigenartige Krümmungen machte, versuchte alle 2—3 Minuten mit hastiger, fast zuckender Bewegung mit dem letzten Beinpaar die Bauchsegmente zu bestreichen. Bei näherem und längerem Zusehen erkannte ich dann, daß sich ein kleines Dipteron am Hinterleib zu schaffen machte und sich nicht abstreifen ließ. Leider gelang es mir nicht, die Fliege zu fangen. Darauf legte ich drei getöte *M. violaceus*-Imagines auf eine handgroße freie Stelle zwischen den Graspflanzen. Schon in den Vormittagsstunden des nächsten Tages sah ich die Köderstelle belebt. Etwa 50—100 *Ceratopogoniden* saßen an den drei Kadavern oder flogen in der Nähe herum. Deutlich konnte man erkennen, wie sie an den verschiedensten Körperteilen saßen. Stets wurden dünnhäutige Stellen bevorzugt. Einige hatten sich bereits vollgesogen und hingen an den Spitzen der herumstehenden Grashalme. Bei diesen war der Hinterleib um ein Mehrfaches angeschwollen und leuchtete schön goldgelb, durchscheinend wie ein Honigtropfen. Die Bestimmung der Fliege, welche in liebenswürdiger Weise von Herrn Dr. Karl Mayer durchgeführt wurde, ergab die *Ceratopogonidenart Atochopogon rostratus* Winn.

¹⁾ Das Belegmaterial befindet sich im Deutschen Entomologischen Institut, Berlin-Dahlem.