



# Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes

Herausgegeben von der BIOLOGISCHEN BUNDESANSTALT  
FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT BRAUNSCHWEIG

unter Mitwirkung der BIOLOGISCHEN ZENTRALANSTALT BERLIN-DAHLEM  
und der PFLANZENSCHUTZÄMTER DER LÄNDER

VERLAG EUGEN ULMER · STUTTGART z. Z. LUDWIGSBURG

3. Jahrgang

Dezember 1951

Nummer 12

Inhalt: Quantitative Untersuchungen über die Fraßgiftwirkung des Hexachlorcyclohexans und des DDT (Langenbuch) — Fortgeführte Untersuchungen über die Widerstandsfähigkeit deutscher Kartoffelsorten gegen den bakteriellen Erreger der Schwarzbeinigkeit und Knollenaufwühlung (Stapp) — Anerkennung und Anwendung von Winterspritzmitteln (Zeumer) — Mitteilungen — Pflanzenbeschau — Literatur — Personalmeldungen.

## Quantitative Untersuchungen über die Fraßgiftwirkung des Hexachlorcyclohexans und des DDT.

Von Dr. R. Langenbuch, Institut für Kartoffelkäferforschung und -bekämpfung, Darmstadt

Bei der Beurteilung der Hexa- und DDT-Präparate als Insektizide steht im allgemeinen ihre Wirkung als Kontaktgifte im Vordergrund, wie schon ihre übliche Bezeichnung als „neuartige“ oder „synthetische Kontaktinsektizide“ besagt. Auch die Atemgiftwirkung des HCH ist bekannt. Blunck, Heidenreich und Itzerott räumen ihr sogar den Vorrang vor der Kontaktgiftwirkung ein. Die Fraßgiftwirkung dieser Präparate auf Arthropoden wird in der Literatur, wenn überhaupt, meist als willkommene Begleiterscheinung gewissermaßen am Rande erwähnt (Blunck, Riemschneider, E. Thiem u. a.). Wiesmann berichtet, daß *Cimex lectularius* bzw. *Rhodnius prolixus*, welche an mit DDT vergifteten Kaninchen Blut sogen, bedeutend früher starben als bei rein tarsalem Kontakt, und daß bei *Lepisma saccharina* durch Verfütterung von imprägnierten Gespinnstfasern, welche nur im Innern Kristalle von DDT enthielten, der Nachweis der Fraßgiftwirkung eindeutig erbracht wurde.

Quantitative Untersuchungen über die Fraßgiftwirkung sind bisher fast ausschließlich an Wirbeltieren und die wenigen, in denen Arthropoden als Versuchstiere dienten, meist im Ausland durchgeführt worden.

Die Ergebnisse eigener Untersuchungen über das Eindringvermögen des HCH in das Kartoffelblatt, in denen von den als Testtiere verwendeten Blattläusen der Wirkstoff unter Ausschluß einer Kontakt- und Gaswirkung ausschließlich beim Saugakt peroral aufgenommen werden konnte und den Tod der Versuchstiere herbeiführte, sowie Freilandbeobachtungen bei der praktischen Kartoffelkäferbekämpfung gaben den Anlaß zu den nachstehenden Untersuchungen, welche an Kartoffelkäfern und -larven zum größten Teil im Sommer und Herbst 1950 durchgeführt und durch weitere Versuche mit Stubenfliegen (*Musca domestica*) und amerikani-

schen Schaben (*Periplaneta americana*) in den Wintermonaten ergänzt wurden.

In den Kartoffelkäferversuchen wurde die sog. „Sandwich-Methode“ angewendet, deren Eignung für quantitative Untersuchungen über die Fraßgiftwirkung unter Ausschluß einer Kontakt- und Gaswirkung geprüft und bestätigt gefunden wurde.

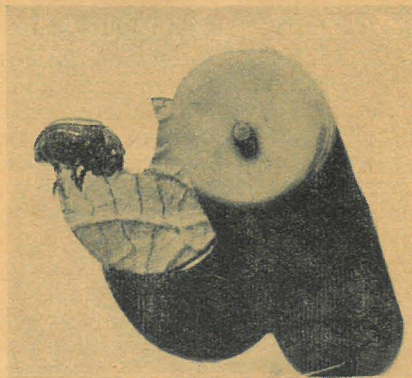


Abb. 1. Käfer beim Fraß an einem „Sandwich“ (etwas vergrößert)

### Methodik.

Mit einem Korkbohrer werden aus frischen, gleichalten, völlig unversehrten Blättern einer Kartoffelstaude 250 qmm große Scheiben ausgestanzt, wobei die Mittelader des Blattes nicht mit angeschnitten wird, weil sie im Versuch das Fraßbild beeinträchtigen würde. Die (Blattoberseite) dieser Scheiben wird jeweils mit 3 Tropfen (bei der verwendeten Pipette 71 Tropfen = 1 ccm) des in Azeton in bekannter Menge gelösten reinen Wirkstoffes benetzt. Für die vollständige und gleichmäßige Benetzung der Blattscheiben sind gerade 3 Tropfen erforderlich. Um ein seitliches Abfließen der Lösung zu verhindern, werden die möglichst plan gestalteten Blattscheiben vor der Benetzung so auf kleine Korken gelegt, daß die Scheiben diese allseitig überragen. Nach der sehr schnell vor sich gehenden restlosen Verdampfung des Azetons wird auf die begiftete Seite der Scheiben mit einem aus Kartoffelmehl und heißem Wasser hergestellten, dickflüssigen Leim eine gleich große zweite Scheibe aufgeklebt, so daß der Giftbelag zwischen die beiden Scheiben zu liegen und daher mit den Tarsen und anderen Teilen der Körperoberfläche der beim Fraß rittlings auf den Doppelscheiben sitzenden Versuchstiere nicht in Berührung kommt. Auch eine Atemgiftwirkung ist bei dieser Anordnung ausgeschlossen. In Kontrollversuchen, in denen 3 begiftete Doppelscheiben in geschlossenen Petrischalen mit einem Drahtnetz bedeckt wurden, so daß die Versuchstiere sich in ihrer unmittelbaren Nähe befanden, ohne sie befressen zu können, zeigten Käfer und Larven während 48 Stunden keine Schädigung und normalen Fraß an den als Futter beigegebenen unbehandelten Blättern. Ebenso erwies sich die Verwendung von Azeton und Mehleim in entsprechenden Kontrollversuchen als völlig unschädlich.

Um den Versuchstieren ein „Reiten“ auf dem Scheibenrand zu ermöglichen und damit den Fraß gleichzeitig an beiden Scheiben zu bewirken, werden die Doppelscheiben zwischen den beiden Hälften eines quer durchgeschnittenen, mit einer hindurchgesteckten Nadel wieder zusammengehaltenen Korkes so befestigt, daß etwa vier Fünftel der Doppelscheibe frei herausragen (Abb. 1). Um die Käfer zum sofortigen Fressen zu veranlassen, genügt es, sie einige Stunden vor Versuchsbeginn hungern zu lassen und die Versuche bei einer Zimmertemperatur von 20 bis 25 °C durchzuführen. Ein hungriger Käfer beginnt meist sofort an einer ihm mundgerecht vorgehaltenen begifteten Doppelscheibe zu fressen und auf ihr rittlings Fuß zu fassen. Sobald er von selbst zu fressen aufhört, d. h. nach einer Fraßdauer von etwa 8 bis 12 Minuten, wird die Doppelscheibe durch unbehandeltes Kartoffellaub ersetzt und mit der Größe der aus den Scheiben herausgefressenen Fläche die aufgenommene Giftmenge bestimmt. Zur Erleichterung dieser Bestimmung werden unter Verwendung des bei der Scheibenherstellung benutzten Korkbohrers als Druckstock vermittels Blaupapiers Kreise von der Größe der Blattscheiben auf Millimeterpapier gedruckt. Durch Auszählung der von der Umrandung der Fraßstelle eingeschlossenen Quadratmillimeter kann die aufgenommene Giftmenge für jedes einzelne Versuchstier mit weitgehender Genauigkeit bestimmt werden.

Alle Versuche wurden als Einzelversuche mit jeweils bis zu 50 Einzeltieren je Konzentration und Wirkstoff bei 20–25 °C durchgeführt. Bei der Auswertung wurde neben den sichtbaren Symptomen einer Schädigung auch die Stärke des Fraßes an dem als Futter gereichten giftfreien Kartoffellaub berücksichtigt.

In den Untersuchungen mit Stubenfliegen und amerikanischen Schaben als Versuchstieren wurden andere Methoden angewendet, welche in den entsprechenden Abschnitten beschrieben werden.

### I. Fraßgiftwirkung des HCH auf Kartoffelkäfer und Larven.

Die für die Versuche erforderlichen Käfer und Larven wurden 1 bis 2 Tage zuvor von einer unbehandelten Kartoffelfläche eingetragen. Um nur mit gesundem, vitalem Material zu arbeiten, wurden Käfer und Larven in große Glasschalen oder Drahtkäfige geschüttet und für die Versuche jeweils nur die Tiere ausgewählt, welche lebhaft umherliefen. Eine weitere gleichsinnige Auslese erfolgte dadurch, daß der Versuchsmethodik entsprechend nur solche Käfer und Larven in die Versuche einbezogen wurden, welche an den „Sandwiches“ sofort zu fressen angingen. Durch diese doppelte Auslese wurde erreicht, daß der natürliche Abgang in Kontrollversuchen mit unbehandeltem Laub unter 1% lag.

Um die für die gleichmäßige Benetzung der Blattscheiben günstigste Lösungsmenge von 3 Tropfen je Scheibe in allen Versuchen beibehalten zu können, wurde durch Verdünnung einer Stammlösung, bestehend aus 100 mg 98–100%igem Gamma in 100 ccm Azeton, eine Lösungsreihe mit abgestuftem Wirkstoffgehalt hergestellt, welche wegen der Flüchtigkeit des Azetons in Flaschen mit eingeschliffenem Stopfen aufbewahrt und in kurzen Zeitabständen neu angesetzt wurde.

Als Grundlage bei der Ermittlung der von den Versuchstieren aufgenommenen Wirkstoffmenge diente die jeweils auf 1 qmm der gefressenen Blattfläche entfallende Menge des Wirkstoffes. Diese betrug bei 3 Tropfen = 3/71 ccm Lösung auf 250 qmm Blattfläche und den kritischen, d. h. für die Schädigung oder Abtötung etwa der Hälfte und aller Käfer erforderlichen Konzentrationen von

2,5 mg Gamma/100 ccm Azeton 0,00000425 mg Gamma je qmm  
 5 mg Gamma/100 ccm Azeton 0,0000085 mg Gamma je qmm  
 10 mg Gamma/100 ccm Azeton 0,000017 mg Gamma je qmm

In den Larvenversuchen mußten niedrigere, in den Versuchen mit DDT höhere Konzentrationen angewendet werden.

Bei der Auswertung wurden ermittelt

1) die von jedem Einzeltier gefressene Blattfläche in

qmm und die damit aufgenommene Wirkstoffmenge in mg;

- 2) der weitere Fraß (Nachfraß) an dem nach Entfernung der begifteten Blattscheiben gereichten unbehandelten Kartoffellaub  
 (+ = normaler Fraß, ± = Spurenfraß, — = kein Fraß);
- 3) der Zustand jedes Versuchstieres am Ende der durchweg 3tägigen Beobachtungszeit. Mit „leicht geschädigt“ wurden solche Tiere bewertet, welche taumelnden Gang und eine gestörte Koordination der Beinbewegungen zeigten, aber die Bauchlage beizubehalten vermochten, mit „stark geschädigt“ solche, welche dazu nicht mehr fähig waren.

Die Weiterbeobachtung einer großen Zahl der Versuchstiere bis zu 30 Tagen nach Versuchsende ergab, daß

- a) mit „normal“ bewertete Versuchstiere, welche während der Versuchstage normal fraßen, auch später keine Schädigung zeigten,
- b) mit „leicht geschädigt“ bewertete Käfer und Larven sich nicht wieder erholten und ohne Nahrungsaufnahme trotz gereichten Futters nach kürzerer oder längerer Zeit eingingen und
- c) „stark geschädigte“ Tiere ausnahmslos nach 1 oder wenigen Tagen starben. Wie aus der extremen Schrumpfung des Abdomens aller abgetöteten Käfer ersichtlich war, war der Tod von einem starken Flüssigkeitsverlust begleitet.

Wegen des Ausbleibens von Spätschädigungen bei den mit „normal“ bewerteten Tieren und wegen der Irreversibilität auch leichter Schädigungen wurde auf eine Ausdehnung der Beobachtungszeit über die 3tägige Versuchsdauer hinaus meist verzichtet.

In der Größe der Fraßwerte und in der HCH-Empfindlichkeit der einzelnen Versuchstiere zeigten sich beträchtliche Unterschiede, welche die Errechnung der mit dem begifteten Laub aufgenommenen durchschnittlichen Wirkstoffmengen für jeweils möglichst kleine Fraßwertgruppen erforderlich machten. Es wurden daher die mit den einzelnen Fraßwerten (in qmm) der stärkeren Konzentrationen aufgenommenen Wirkstoffmengen auf diesen Wirkstoffmengen entsprechende Fraßwerte der schwächsten Konzentration umgerechnet (Beispiel: 30 qmm bei 5 mg Gamma/100 ccm Azeton = 60 qmm bei 2,5 mg Gamma/100 ccm Azeton = 0,00026 mg Gamma), die mit 10 — 19, 20 — 29 . . . . . über 100 qmm Blattfläche aufgenommenen durchschnittlichen Wirkstoffmengen ermittelt und Zahl und Zustand der auf die jeweils im Höchstfalle um 10 qmm = 0,00004 mg Wirkstoff differierenden Fraßwerte entfallenden Käfer in Tabelle 1 zusammengestellt.

Tabelle 1.

HCH (98—100% Gamma) Käfer

Dosis	normal	Nachfraß	leicht geschäd.	Nachfraß	stark geschäd.	Nachfraß	tot	Nachfraß	Summe	normal : geschäd. oder tot
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
∅ 0,00006 mg	2	+	1	—	3	—			6	2 : 4
∅ 0,00010 mg	5	+	1	—	5	—			11	5 : 6
∅ 0,00015 mg	8	+	2	—	2	—			12	8 : 4
∅ 0,00019 mg	5	+	1	—	3	—			9	5 : 4
∅ 0,00023 mg	4	+	2	—	6	—			12	4 : 8
∅ 0,00028 mg	2	+	2	—	2	—			6	2 : 4
∅ 0,00032 mg					2	—			2	0 : 2
∅ 0,00036 mg	2	+	1	—	7	—			10	2 : 8
∅ 0,0004 mg			1	—	2	—	1	—	4	0 : 4
üb. 0,00043 mg					24	—	9	—	33	0 : 33

105 Käfer

**Tabelle 2.**

HCH (98—100% Gamma) Larven (L<sub>4</sub>)

Dosis	normal	Nachfraß	leicht geschäd.	Nachfraß	stark geschäd.	Nachfraß	tot	Nachfraß	Summe	normal : geschäd. oder tot
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
∅ 0,000012 mg	6	+			3	—			9	6 : 3
∅ 0,000021 mg	4	+	1	—	6	—			11	4 : 7
∅ 0,000030 mg	4	+			7	—			11	4 : 7
∅ 0,000038 mg					8	—			8	0 : 8
üb. 0,000043 mg					16	—	10	—	26	0 : 26

65 Larven

**Ergebnis (Tabelle 1):**

Die für die irreversible Schädigung der Hälfte der Käfer erforderliche Dosis lag bei etwa 0,0002 mg Gamma je Käfer. Von dieser Dosis aufwärts bis 0,00035 mg sank das Verhältnis „normal“ : „geschädigt“ unter den Wert 1. Eine Aufnahme von 0,0004 mg und darüber bewirkte die Schädigung oder Abtötung aller Käfer.

Auffällig war in diesem und allen weiteren Versuchen über die Fraßgiftwirkung die stets geringe Zahl nur „leicht geschädigter“ Versuchstiere auch dann, wenn nach dem Zahlenverhältnis „normal“ : „geschädigt“ erwartungsgemäß die Zahl der nur leicht geschädigten Käfer hätte größer sein müssen als die der stark geschädigten. Hierauf wird später noch zurückzukommen sein.

Ein Parallelversuch mit Kartoffelkäferlarven (L<sub>4</sub>) als Versuchstieren und Wirkstoffkonzentrationen von 0,5, 1 und 5 mg Gamma/100 ccm Azeton (Tabelle 2) ergab bereits bei einer durchschnittlichen Aufnahme von 0,00002 mg Gamma je Larve ein Verhältnis „normal“ : „geschädigt“ = 4 : 7 und von 0,000034 mg Gamma aufwärts eine starke Schädigung oder Abtötung sämtlicher Versuchstiere, d. h. eine 10mal höhere HCH-Empfindlichkeit der Larven (L<sub>4</sub>) im Vergleich zum Vollkerfstadium. Für den Versuch wurden nur junge L<sub>4</sub> verwendet, welche freßfreudiger als ältere Larven des gleichen Stadiums und von der eine Bewertung gefährdenden Verpuppungsreife noch genügend weit entfernt waren.

**II. Fraßgiftwirkung des DDT auf Kartoffelkäfer und Larven.**

In Übereinstimmung mit der bekannten, experimentell erhärteten Erfahrung, daß für die Erzielung der gleichen insektiziden Wirkung das DDT in annähernd der 10fachen Menge des HCH angewendet werden muß, lagen die kritischen Konzentrationen mit 10 bis 100 mg des reinen Wirkstoffes/100 ccm Azeton etwa um 1 Zehnerpotenz höher als im HCH-Versuch.

**Ergebnis :**

Die für die Schädigung der Hälfte der Käfer erforderliche Wirkstoffdosis lag zwischen 0,0013 und 0,002 mg DDT je Käfer. Der Fraß von 0,0055 mg und darüber schädigte oder tötete sämtliche Käfer.

Der Larvenversuch ergab kein eindeutiges Bild. Mit der Zunahme der Fraßwerte und der ihnen zugeordneten Wirkstoffmengen verschob sich das Verhältnis „normal“ : „geschädigt oder tot“ nicht fortschreitend zugunsten der rechten Seite, sondern blieb vielmehr bei 5 der ersten 6 Fraßwertgruppen (0,0001—0,0006 mg) annähernd 2 : 1, wobei 23 normalen Larven 3 geschädigte und bereits 11 tote gegenüberstanden. Von der 7. Fraßwertgruppe (0,00064 mg) ab übertraf die Zahl der ge-

schädigten oder toten Larven die der normalen im Verhältnis 1 : 2 oder 1 : 3. Dieses blieb ebenfalls trotz der weiteren Steigerung der Wirkstoffmengen weiterhin konstant, bis von 0,0014 mg aufwärts keine ungeschädigten Larven mehr auftraten.

**III. Fraßgiftwirkung eines DDT + HCH-Gemisches (89 : 11)**

Im Käfer- und im Larvenversuch lagen die für Schädigung oder Abtötung von 50% und 100% der Versuchstiere erforderlichen Wirkstoffmengen jeweils sehr dicht beieinander. Bis zu einer bestimmten Dosis herrschte die Zahl der ungeschädigten Tiere vor. Bereits eine sehr geringe Erhöhung dieser Dosis bewirkte eine starke Schädigung oder Abtötung sämtlicher Tiere:

Dosis	normal	geschädigt	tot
<b>Käfer</b>			
0,0004 — 0,0010 mg	29	4	0
0,0011 — über 0,0015 mg	0	33	12
<b>Larven</b>			
0,000025 — 0,00006 mg	8	0	2
0,00007 — über 0,0001 mg	0	19	19

**IV. Besprechung der Ergebnisse der Versuche über die Fraßgiftwirkung von HCH, DDT und DDT + HCH.**

Trotz aller Sorgfalt bei der Ermittlung der Fraßwerte und der diesen zugeordneten Wirkstoffmengen sowie bei der Bewertung des Zustandes jedes Einzeltieres können wegen der unterschiedlichen Giftempfindlichkeit der Versuchstiere die für die Schädigung oder Abtötung von 50% und 100% gefundenen Wirkstoffdosen nur als Annäherungswerte angesehen werden, deren Ungenauigkeit aber im Höchstfalle 1/1000 mg kaum überschreiten dürfte.

Der bereits erwähnte Befund, daß in den Fraßgiftversuchen die Zahl nur leicht geschädigter Versuchstiere stets sehr gering und auch eine leichte Schädigung irreversibel war und nach kürzerer oder längerer Zeit zu vorzeitigem Tode führte, gestattet, in den weiteren Darlegungen von einer *Dosis letalis* (= DL) 50 und DL 100 zu sprechen, auch wenn der Tod der geschädigten, und zwar bei weitem überwiegend stark geschädigten, Tiere nicht abgewartet wurde.

Ein Vergleich der DL 50 und DL 100 der untersuchten Wirkstoffe läßt ihre unterschiedliche Fraßgiftwirkung und die Unterschiede in der Fraßgiftempfindlichkeit von Käfern und L<sub>4</sub> erkennen:

**Relative Fraßgiftwirkung**

	HCH 98—100% Gamma mg	DDT + HCH (89 : 11) mg	DDT mg	HCH : DDT + HCH	HCH : DDT	DDT + HCH : DDT
<b>Käfer</b>						
DL 50	0,0002	0,001	0,002	5 : 1	10 : 1	2 : 1
DL 100	0,0004	0,0015	0,006	4 : 1	15 : 1	4 : 1
<b>Larven</b>						
DL 50	0,00002	0,00006	0,0006	3 : 1	30 : 1	10 : 1
DL 100	0,00003	0,00007	0,001	2 : 1	30 : 1	15 : 1

Relative Fraßgiftempfindlichkeit

	Käfer : Larven (junge L <sub>4</sub> )
HCH DL 50	1 : 10
DL 100	1 : 10
DDT DL 50	1 : 15
+ HCH DL 100	1 : 20
DDT DL 50	1 : 3
DL 100	1 : 6

Auf 1 kg entfielen 6530 Käfer. Unter Zugrundelegung dieser Zahl betrug die

DL 50	bei HCH (Gamma)	1,3 mg je kg Käfer
	" DDT + HCH	6,5 mg " " "
	" DDT	13 mg " " "
DL 100	" HCH	2,6 mg " " "
	" DDT + HCH	9,8 mg " " "
	" DDT	39 mg " " "

Nach D o m e n j o z beruht die hohe Wirksamkeit des DDT gegen Insekten nicht auf einer spezifischen Empfindlichkeit dieser Tierklasse, welche sich aber durch die Möglichkeit einer besonders intensiven Resorption durch das Integument vor den auf perkutanem Wege nur sehr schwer zu vergiftenden höheren Tieren auszeichnet. Seine Annahme, daß die Klasse der Arthropoden gegen DDT kaum wesentlich empfindlicher als höhere Tiere ist, stützt sich u. a. auf Versuche von Hoffmann und Lendle, welche für Maikäfer bei Injektion einer wässrigen DDT-Emulsion eine DL 50 von etwa 22 mg/kg angeben, und auf Befunde von Tobias, Kollros und Savit, wonach für *Periplaneta americana* bei gleicher Applikationsart die DL 50 18 mg/kg betrug. Nach D o m e n j o z zeigt ein Vergleich der DL 50 bei den verschiedenen Tierarten keine wesentlichen Empfindlichkeitsunterschiede, mit Ausnahme der Ziege, und liegt bei allen Spezies die DL 50 bei peroraler Verabreichung bei 0,15 bis 0,5 g/kg, bei intravenöser Verabreichung zwischen 33 und 67 mg/kg. Diese im letzten Satz angeführten Werte für die DL 50 beziehen sich offensichtlich auf Wirbeltiere, wie die Erwähnung der Ziege als Ausnahme und der intravenösen Verabreichung als Anwendungsform vermuten lassen. Auch wird in der Arbeit von einer peroralen Verabfolgung an Arthropoden nichts berichtet.

Ein Vergleich der von den genannten Autoren bei Injektion für Maikäfer mit 22 mg DDT/kg bzw. für amerikanische Schaben mit 18 mg/kg angegebenen DL 50 mit der in den eigenen Versuchen bei peroraler Aufnahme für Kartoffelkäfer gefundenen DL 50 von 13 mg/kg zeigt, daß das DDT bei peroraler Aufnahme für den Kartoffelkäfer zumindest ebenso giftig ist wie bei Injektion einer wässrigen Emulsion für Maikäfer und amerikanische Schaben. Ferner deckt sich die in den eigenen Untersuchungen bei peroraler Aufnahme für den Kartoffelkäfer gefundene DL 100 von 39 mg DDT/kg mit der von D o m e n j o z für die verschiedenen Tierarten angegebenen DL 50 = 33 — 67 mg DDT/kg bei intravenöser Verabreichung.

Die Fraßgiftwirkung des DDT auf den Kartoffelkäfer liegt demnach in der gleichen Größenordnung wie die Injektionsgiftwirkung dieses Wirkstoffes auf Maikäfer, amerikanische Schaben und höhere Tiere.

Für das HCH fanden Kearns, Ingle und Metcalf für Heuschrecken (*Melanoplus differentialis* Thos.), denen die Gamma-Isomere in wässriger Emulsion auf die Mundwerkzeuge appliziert wurde, eine DL 50 von 5—10 mg/kg. Dresden und Krijgsmann geben als DL 50 für Insekten bei intraabdominaler In-

jektion des reinen Gamma 3—17 mg/kg an. Die niedrigsten Werte liegen annähernd in der gleichen Größenordnung wie die Fraßgift-DL 50 für den Kartoffelkäfer.

Die Gleichheit der DL 50-Werte bei peroraler Aufnahme und bei intraabdominaler Injektion läßt vermuten, daß zwischen diesen beiden Applikationsarten hinsichtlich der Wirkung kein wesentlicher Unterschied besteht; in beiden Fällen übt offensichtlich das HCH auf dem Wege über die Blutflüssigkeit die gleiche Wirkung aus. Für das DDT gilt, wie bereits dargelegt, das Gleiche, nur daß zur Erzielung der gleichen Wirkung eine etwa 10fache Dosis erforderlich ist.

Es wurde bereits erwähnt, daß in allen Fraßgiftversuchen die Zahl der leicht geschädigten Versuchstiere stets gering war, auch bei Wirkstoffmengen, bei denen die Zahlen der normalen und der geschädigten Tiere sich die Waage hielten und daher erwartungsgemäß nur leicht geschädigten Tiere gegenüber den stark geschädigten hätten überwiegen müssen. Eine Zusammenfassung der Versuchstiere (Käfer und L<sub>4</sub>) aus allen Fraßgiftversuchen mit HCH und DDT bei den Wirkstoffmengen, bei denen normale und geschädigte Tiere nebeneinander auftraten, ergab:

- 62,1% normale Tiere,
- 6,3% leicht geschädigte Tiere,
- 31,6% stark geschädigte oder tote Tiere.

Es hat den Anschein, daß eine nur geringe Überschreitung einer unter-schweligen, noch keine Schädigung verursachenden Wirkstoffdosis in der Mehrzahl der Fälle ohne Übergang sofort eine starke Schädigung oder den Tod bewirkt, d. h. daß die Versuchstiere bei peroraler Vergiftung auf die Nervengifte HCH und DDT nach dem Alles- oder Nichts-Gesetz reagieren. Dieses Gesetz, dessen Gültigkeit nach v. Buddenbrock (1924) für Wirbeltiere bewiesen werden konnte, besagt bekanntlich, daß der effektorische Nerv nur einer maximalen Erregung fähig ist oder gar nicht erregt wird.

Wie smann berichtet, daß durch Haarschlingen an den Tarsen gefesselte Fliegen (*Calliphora*) nach Betupfen der Tarsenspitzen mit DDT beträchtlich langsamer vergiftet wurden als freilaufende, und führt dies darauf zurück, daß bei den gefesselten Fliegen die Blutzirkulation und damit der Transport des Giftes im Bein gehemmt und daher langsamer ist als bei den freilaufenden Fliegen. Bei Berücksichtigung der Beschleunigung und Verstärkung, welche die Kontaktwirkung des DDT bei gleichzeitiger Fraßgifteinwirkung erfährt (Kap. V), ist eine andere Erklärung folgende: jede Verunreinigung der Tarsen oder anderer Körperstellen — es braucht sich nicht einmal um ein Gift zu handeln — veranlaßt die Fliegen zu sofortigen gründlichen Putzbewegungen unter lebhafter Beteiligung des Rüssels. Bei dieser Prozedur gelangt fraglos auch ein Teil des den Putzreflex auslösenden Stoffes in den Magen-Darm-Kanal. Die schnellere Vergiftung der freilaufenden Fliegen läßt sich daher auch dadurch erklären, daß diese im Gegensatz zu den gefesselten sich putzen und dabei auch peroral etwas von dem Wirkstoff aufnehmen konnten. Daß bei der Tarsenbegiftung mit HCH die Möglichkeit einer gleichzeitigen peroralen Wirkstoffaufnahme den Eintritt der Giftwirkung zu beschleunigen vermag, zeigt folgender Versuch: Die Tarsen von 40 leicht narkotisierten Fliegenweibchen (*Musca domestica*) gleichen Alters wurden mittels einer feinen Kanüle gleichmäßig mit einer Lösung von 100 mg Gamma/100 ccm Olivenöl betupft, nachdem der Rüssel bei der Hälfte der Fliegen zuvor mit einem erwärmten, nach der Applikation sofort erhärtenden Wachströpfchen verschlossen worden war.

### Ergebnis:

	Rüssel unbehandelt	Rüssel mit Wachs verschlossen
50% in Rückenlage	nach 120 Min.	180 Min.
100% in Rückenlage	nach 255 Min.	mehr als 24 Std.

In einem weiteren Versuch wurden bei 30 Fliegenweibchen die Tarsen, bei weiteren 30 Fliegenweibchen nur der Rüssel mit der jeweils gleichen Menge einer Gammalösung (100 mg Gamma/100 ccm Azeton) betupft, wobei das Azeton in wenigen Sekunden verdampfte.

### Ergebnis:

	Tarsen begiftet	Rüssel begiftet
50% in Rückenlage	nach 130 Min.	nach 15 Min.
100% in Rückenlage	nach 250 Min.	nach 50 Min.

Reines Olivenöl oder Azeton bewirkten innerhalb 24 Stunden keine Schädigung.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß bei der praktischen Bekämpfung von Schädlingen mit beißen und leckenden Mundwerkzeugen neben der Kontakt- und Atemgiftwirkung auch die Fraßgiftwirkung eine entscheidende Rolle spielt. Neben den mit dem Fraß am begifteten Substrat aufgenommenen Wirkstoffmengen gelangen auch bei Fehlen begifteter Nahrung allein bei dem Putzakt nicht unbeträchtliche Wirkstoffmengen peroral in den Insektenkörper. Gerade bei den als Testtieren beliebten Fliegen und Schaben sind die zu untersuchenden Wirkstoffe kaum an eine für das Gift als permeabel geltende Körperstelle zu applizieren, welche nicht mit den Mundwerkzeugen direkt oder beim Putzakt mit den Beinen erreicht werden kann, welche ihrerseits den Mundwerkzeugen zugänglich sind. Bestäubte Schaben belecken Fühler und Beine so gründlich, daß diese bereits nach kurzer Zeit staubfrei erscheinen. Selbst der plumpe Kartoffelkäfer kann zumindest das vordere Beinpaar mit den Mundwerkzeugen reinigen.

## V. Vergleichende Untersuchungen über den Anteil der einzelnen Einwirkungsarten an der Gesamtwirkung handelsüblicher HCH- und DDT-Präparate auf den Kartoffelkäfer.

Die Frage, welcher der 3 Einwirkungsarten der hier behandelten Insektizide der Hauptanteil an ihrer Gesamtwirkung zuzusprechen ist, ist über ein wissenschaftliches Interesse hinaus für die Pflanzenschutzmittelindustrie sowie für die die Bekämpfungsmaßnahmen durchführende Praxis von Bedeutung. Der größtmögliche Bekämpfungserfolg ist nur dann erzielbar, wenn bei der Herstellung der Präparate und bei ihrer praktischen Anwendung alle Faktoren ausgeschaltet werden, welche der Entfaltung der entscheidenden Einwirkungsart des jeweiligen Präparates abträglich sind.

Zur vergleichenden Untersuchung der Kontakt-, der Atem- und der Fraßgiftwirkung eines von der Biologischen Bundesanstalt anerkannten Hexa-Stäubemittels des Handels auf dem Freiland entnommene Frühlingkäfer (Mitte Juni) wurde folgender Versuch angesetzt:

### 1. Kontaktwirkung:

50 Käfer wurden unter der Lang-Welte-Glocke mit 20 kg/ha Hortex-Stäubemittel bestäubt, nach 5 Minuten in einen Drahtkäfig gesetzt und einem Luftstrom von 1 m/sec eines tourenkonstanten Kleinventilators ausgesetzt. Nach 2stündiger Einwirkungsdauer wurden sie unter scharfem Wasserstrahl von dem anhaftenden Stäubemittel wieder befreit und in eine giffreie Schale mit giffreiem Laub gesetzt.

### 2. Atemgiftwirkung:

Auf den mit der gleichen Hortexmenge bestäubten Boden einer großen Petrischale (Durchmesser 20 cm) wurde ein engmaschiges Drahtnetz gelegt. Auf dieses wurden 50 unbestäubte Käfer gesetzt und mit einer etwas kleineren Schale bedeckt, so daß ein Kontakt der Käfer mit dem Giftbelag abgeschlossen und ein Entweichen der HCH-Dämpfe verhindert war. Nach 2 Stunden Umsetzen der Käfer in giffreie Schale mit giffreiem Laub.

### 3. Fraßgiftwirkung:

50 unbestäubte Käfer erhielten für die Dauer von 2 Stunden als Futter 3 mit gleicher Giftmenge bestäubte, mit unbegifteten, auf gleiche Größe geschnittenen Blättern überklebte Kartoffelblätter („Sandwiches“). Nach 2 Stunden Umsetzen der Käfer in neue giffreie Schale mit giffreiem Laub.

### 4. Kontakt- + Atemgiftwirkung:

50 mit gleicher Giftmenge bestäubte Käfer wurden für 2 Stunden in geschlossener, unbegifteter Schale gehalten, nach anschließendem Abwaschen in giffreie Schale mit giffreiem Laub gesetzt.

### 5. Kontakt- + Fraßgiftwirkung:

Den 50 bestäubten Käfern wurden während des 2stündigen Aufenthaltes im ventilerten Drahtkäfig 3 mit 20 kg/ha Hortex begiftete „Sandwiches“ beigegeben, welche normal befressen wurden. Anschließend Abwaschen der Käfer und Übersetzen in giffreie Schale mit giffreiem Laub.

### 6. Atem- + Fraßgiftwirkung:

Versuchsordnung wie unter 2., jedoch unter Beigabe von 3 begifteten „Sandwiches“ während der 2stündigen Einwirkung.

Eine Ermittlung der tatsächlich zur Kontaktwirkung gelangenden Wirkstoffmenge ist nicht möglich. Eine Wägung der Käfer vor und nach der Behandlung gibt darüber keine Auskunft, weil ein unbestimmbarer Teil des Stäubemittels auf solche Körperstellen gelangt, deren Integument für das HCH nicht permeabel ist. Ähnliches gilt für den als Atemgift zur Wirkung kommenden Wirkstoffanteil. Nur die mit dem Fraß aufgenommene Wirkstoffmenge ist genau bestimmbar. Sie beträgt wahrscheinlich nur einen Bruchteil der bei den beiden anderen Einwirkungsarten auf die Käfer einwirkenden Giftmenge. So waren z. B. im Atemgiftversuch die 50 Käfer der Einwirkung von 0,2 mg Gamma (errechnet aus der bestäubten Fläche, der Menge des aufgestäubten Präparates und seinem Wirkstoffanteil) ausgesetzt; im Fraßgiftversuch wurden von 50 Käfern bei einem Gesamtfraß von annähernd 1500 qmm begifteter Blattfläche aber nur 0,02 mg Gamma aufgenommen. Dieser Unterschied wird teilweise dadurch ausgeglichen, daß die mit dem Fraß aufgenommene Giftmenge auch nach der Entfernung der „Sandwiches“, also über die 2stündige Einwirkungsdauer hinaus, weiter ihre Wirkung ausübte.

Von den „Sandwiches“ ging keine Gaswirkung aus. 25 Käfer, welche während 2 Stunden in geschlossener Schale von 3 großen „Sandwiches“ nur durch ein dünnes, darüber gelegtes Drahtnetz getrennt waren, zeigten während einer 3tägigen Beobachtungszeit auch nicht die geringsten Schädigungen.

Die Ermittlung absoluter Werte für die Kontakt- und Atemgiftwirkung auf den Käferorganismus war bei der gewählten Versuchsordnung weder möglich noch beabsichtigt. Worauf es ankam, war vielmehr eine relative Bewertung der Einwirkungsarten und ihrer bei der

praktischen Bekämpfung realisierten Kombinationen eines amtlich anerkannten Hexapräparates unter Prüfungsbedingungen, welche von den im Laboratorium üblichen nur so weit abwichen, wie dies für den beabsichtigten Zweck erforderlich war.

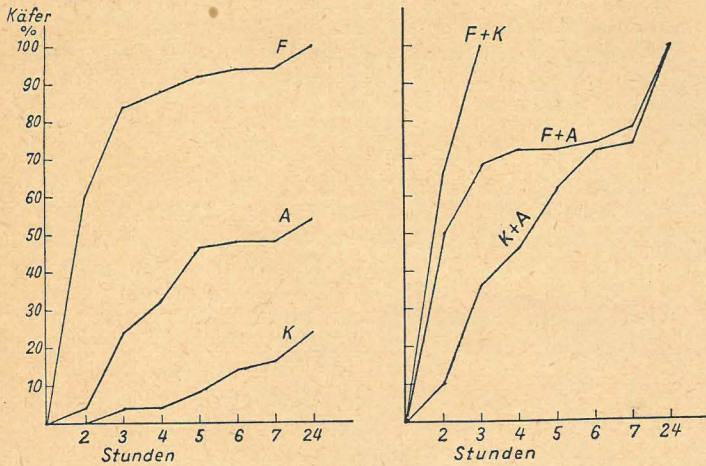


Abb. 2. Hexa-Stäubemittel  
Dosis: 20 kg/ha.  
Einwirkungsdauer: 2 Stunden.  
K = Kontaktgiftwirkung  
A = Atemgiftwirkung  
F = Fraßgiftwirkung

In Abb. 2 sind die durch Wiederholung und Abwandlung erhärteten Ergebnisse dieses Versuches wiedergegeben. Die Fraßgiftwirkung des Hexa-Stäubemittels übertraf bei einer während der Versuchsdauer herrschenden Temperatur von 21 bis 23° C die beiden anderen Einwirkungsarten beträchtlich, sowohl in der Initialtoxizität als auch im Toxizitätsgrad: Stark geschädigt (irreversible Rückenlage) oder tot waren

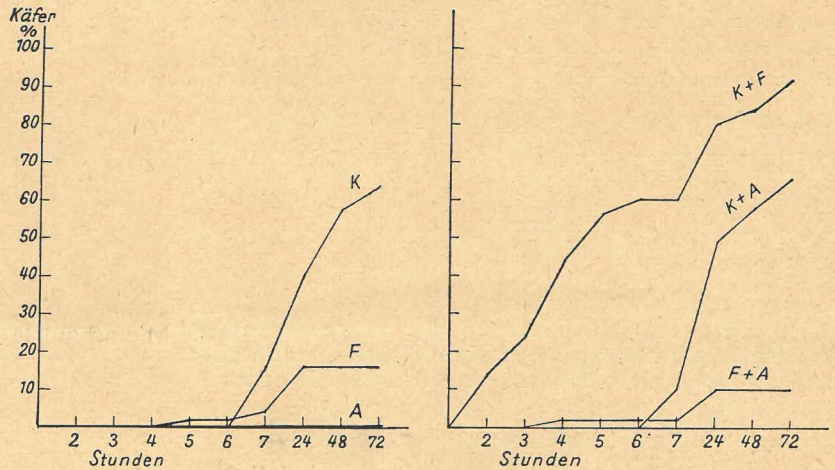


Abb. 3. Gesarol-Stäubemittel.  
Dosis: 20 kg/ha. Einwirkungsdauer: 2 Stunden.

	am Ende der 2stündig. Einwirkungsdauer	nach 3 Stunden	nach 24 Stunden
Kontaktreihe	0%	4%	24% der Käfer
Gasreihe	4%	24%	54% " " (12% tot)
Fraßreihe	60%	84%	100% " " (24% tot)

Auch in den Kombinationen der Fraßgiftwirkung mit den beiden anderen Einwirkungsarten zeigte sich die schnelle und starke Wirkung des HCH als Fraßgift: Stark geschädigte oder tote Käfer

	am Ende der 2stündig. Einwirkungsdauer	nach 3 Stunden	nach 24 Stunden
Kontakt + Fraß	66%	100%	(60% tot)
Gas + Fraß	50%	68%	100% (28% tot)
Kontakt + Gas	10%	36%	100% (20% tot)

Das zunächst überraschende Ergebnis, daß die Kombination Gas + Fraßgift in der Wirkung hinter der reinen Fraßgiftwirkung zurückblieb, ist darauf zurückzuführen, daß ein Teil der Käfer unter dem Einfluß der Gaswirkung weniger fraß und daher die hohe Fraßgiftwirkung sich nicht in vollem Maße auswirken konnte. Um jeweils gleich viele Käfer beiderlei Geschlechts in die Versuche einzubeziehen, wurden nach

Möglichkeit der Einfachheit halber kopulierende Paare genommen. Bei einem Teil der Männchen war der Sexualtrieb trotz vorhergehender 24stündiger Fastenpause stärker als der Hunger, so daß sie erst nach Beendigung der Kopulation mit dem Fraß begannen, diesen aber unter dem Einfluß der allmählich einsetzenden Gaswirkung vorzeitig beendeten. Ob darüber hinaus die Männchen weniger giftpfänglich sind als die Weibchen, bedarf noch der Untersuchung.

In der sich ergebenden Reihe: Fraßgiftwirkung > Atemgiftwirkung > Kontaktgiftwirkung lag die Atemgiftwirkung ungefähr in der Mitte zwischen den beiden anderen Einwirkungsarten. Ihr Vorrang vor der Kontaktwirkung bestätigt die Befunde von Heidenreich und Itzerott. Die Fraßgiftwirkung wurde von ihnen nicht untersucht.

Das Ergebnis des unter gleichen Versuchsbedingungen durchgeführten Parallelversuchs mit einem Gesarol-Stäubemittel wich erheblich von dem des Hexaversuchs ab (Abb. 3). Bei weitem an erster Stelle lag die Kontaktwirkung, ihr folgte die Fraßgiftwirkung erst in großem Abstand. Die Atemgiftwirkung führte zu keiner Schädigung in der auf 72 Stunden ausgedehnten Beobachtungszeit:

Stark geschädigte oder tote Käfer

	nach 7	24	72 Stunden
Kontakt	16%	40% (34% tot)	64% (62% tot)
Gas	0	0	0
Fraß	4%	16% (8% tot)	16% (14% tot)
Kontakt + Fraß	60%	80% (54% tot)	92% (88% tot)
Gas + Fraß	2%	10% (6% tot)	10% (10% tot)
Kontakt + Gas	10%	48% (32% tot)	66% (60% tot)

Neben der bekannten, gegenüber dem HCH langsameren Wirkung der Gesarol-Stäubemittel bei gleicher Anwendungsmenge und dem ebenfalls bekannten Fehlen einer Gaswirkung ist aus der Zusammenstellung ersichtlich, daß der Kontaktwirkung allein (bei zwei-stündiger Einwirkungsdauer) innerhalb 72 Stunden wenig mehr als die Hälfte der Käfer erlag, daß aber die gleichzeitige Einwirkung der Kontakt- und der verhältnismäßig geringen Fraßgiftwirkung eine beträchtliche Wirkungsbeschleunigung und -steigerung herbeiführte.

Für das Gesarol-Stäubemittel ergab sich demnach folgende Reihe: Kontaktwirkung > Fraßgiftwirkung > Atemgiftwirkung.

#### VI. Untersuchungen über die Art der Wirkung des HCH bei peroraler Aufnahme

Abschließend war zu prüfen, ob es sich bei der Fraßgiftwirkung (Sandwich-Methode) tatsächlich um eine

Wirkung im Sinne einer intestinalen Resorption der Wirkstoffe oder um eine Kontaktwirkung auf die mit Sinneszellen reich besetzten Mundwerkzeuge handelt. Zur Klärung dieser Frage war notwendig, die Wirkstoffe unter Vermeidung eines Kontaktes mit den Mundwerkzeugen den Versuchstieren direkt in den Magen zu verabfolgen. Wiesmann verdanke ich den mündlichen Hinweis, daß bei der amerikanischen Schabe Mundöffnung und Ösophagus genügend groß sein dürften, um die Einführung einer feinen Kanüle bis in den Magen zu gestatten. Ein 18-Kanüle der Rekordspritze wurde nach Entfernung der Spitze vorn rund angeschliffen und nach Abtrennung von ihrem Sockel in das eine Ende einer Glaskapillare eingeschmolzen, deren anderes Ende einen kleinen Gummiball mit seitlichem Loch trug. Das freie Ende der Kanüle erhielt eine den anatomischen Verhältnissen der Versuchstiere angepaßte Biegung. Vermittels des Gummiballs kann in die Kapillare, welche mit einer Graduierung in mm versehen ist, jede beliebige Lösungsmenge eingesogen werden, wobei nach Einsaugung der gewünschten Menge das zuvor mit dem Daumen verschlossene seitliche Loch des Balles freigegeben wird. Um bei der Einführung und der Wiederherausnahme der Kanüle einen Kontakt der Wirkstofflösung mit den Mundwerkzeugen zu verhindern, wurde zunächst eine bestimmte Menge des giffreien Lösungsmittels, sodann die Gifflösung und zuletzt wieder giffreies Lösungsmittel eingesogen, wobei etwa noch anhaftende Giftreste abgespült wurden.

Den Schaben (Vollkerfen) wurde in schwacher Äthernarkose unter dem Binokular die gefüllte Kanüle so weit peroral eingeführt, wie für den beabsichtigten Zweck erforderlich war, und der abgemessene Inhalt durch sanften Druck auf den verschlossenen Gummiball langsam in den Magen gedrückt (Abb. 4).

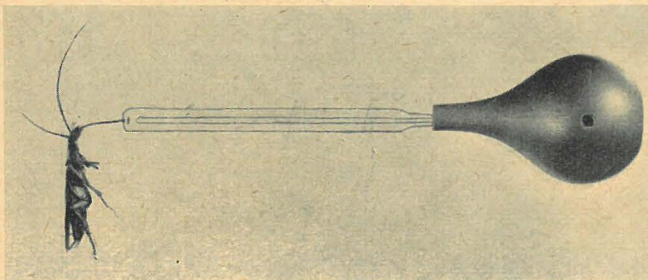


Abb. 4. Applikation des Wirkstoffes in den Magen einer amerikanischen Schabe. (1/2 nat. Größe.)

Als darmverträgliches Lösungsmittel wurde zunächst Olivenöl verwendet. Es zeigte sich, daß die Schaben (Männchen und Weibchen) eine unerwartet hohe Dosis, nämlich 250 mg/kg Gamma ohne Schädigung ertrugen (15tägige Beobachtungsdauer). Eine Erhöhung der Dosis auf 700 mg/kg führte bei weiteren 5 Versuchstieren nach durchschnittlich 243 (135—360) Minuten zu irreversibler Rückenlage und nach 24 bis 48 Stunden zum Tode. 5 weitere Schaben, denen die gleiche in Öl gelöste Dosis auf das dorsale Abdomen appliziert wurde, befanden sich nach 230 Minuten, also nach gleicher Einwirkungsdauer, in Rückenlage; Tod ebenfalls nach 24 bis 48 Stunden. Das Öl drang aber sofort in die Intersegmentalspalten ein und breitete sich hier bis zu den Stigmen aus. Das Ergebnis der dorsalen Anwendung ist daher als die Summe von Kontakt- und Atemgiftwirkung zu werten. Die Wirkung des HCH (Gamma) als Magengift war demnach die gleiche wie die Kontakt- und Atemgiftwirkung zusammen.

Nach Wiesmann gehört *Periplaneta americana* zu den relativ DDT-unempfindlichen Insekten. Möglicherweise kann *per analogiam* für ihre HCH-Empfind-

lichkeit das gleiche angenommen werden. Trotzdem ließ die hohe HCH-Verträglichkeit vermuten, daß dieser Wirkstoff durch Lösung in Olivenöl als Magengift für Insekten an Giftigkeit verliert. Daß dies bei Injektion von DDT in öliger Lösung der Fall zu sein scheint, ergibt sich aus einer Angabe von Tobias, Kollros und Savit, wonach für *Periplaneta americana* die DL 50 bei Injektion einer wässrigen Suspension 18 mg/kg, einer öligen Lösung aber 82 mg/kg betrug.

Die Annahme eines Giftwertverlustes des HCH bei Lösung in Öl erhielt auch durch folgenden eigenen Versuch eine Stütze: Der Rüssel von *Musca domestica* (Weibchen) einer Serie wurde mit einer Gamma-Suspension in Wasser + Tragant, einer zweiten Serie mit in Olivenöl gelöster gleicher Gammamenge betupft.

Ergebnis:	wässrige Suspension	Öllösung
50% in Rückenlage nach	60 Min.	nach 405 Min.
100% " " " "	130 " "	" 1750 " "

Zur Erzielung der gleichen Wirkung war demnach bei Lösung in Öl gegenüber der wässrigen Suspension eine mehr als 10fache Einwirkungsdauer erforderlich.

Auch für die amerikanischen Schaben erwies sich eine wässrige, zwecks Erhöhung der Schwebefähigkeit mit wenig Tragant angedickte Gamma-Suspension als bedeutend giftiger als eine ölige Lösung gleicher Konzentration; bereits eine Dosis von 35 mg/kg Gamma bewirkte 100% Rückenlage bei peroraler Verabfolgung nach durchschnittlich 140 (135—165) Minuten, bei Aufstreichen auf das dorsale Abdomen nach 175 (135—210) Minuten, den Tod in beiden Fällen nach längstens 48 Stunden.

Um zu klären, ob und welcher Anteil an der Gesamtwirkung des HCH bei peroraler Aufnahme dem Kontakt des Wirkstoffes mit den Mundwerkzeugen zukommt, wurde einer Schabenserie (6 Weibchen und 6 Männchen) je Tier eine Dosis von 17,5 mg/kg in Wasser — Tragant auf die Mundwerkzeuge appliziert, wobei die gefesselten Tiere erst nach restloser Aufnahme des Tröpfchens freigelassen wurden. Einer zweiten Schabenserie (6 Männchen und 6 Weibchen) wurde die gleiche Dosis direkt in den Magen verabreicht. 100% Rückenlage der Männchen trat in beiden Fällen nach 4 bis 6 Stunden ein. Sämtliche Weibchen zeigten während einer anschließenden 8tägigen Beobachtung keine Schädigung. Die gleiche Wirkung beider Applikationsarten kann nur dahin gedeutet werden, daß ein Kontakt des Gamma mit den Mundwerkzeugen die Wirkung dieses Wirkstoffes als Magen-Darm-Gift nicht zu steigern vermag, die „Sandwich-Methode“ daher ein geeignetes Verfahren darstellt, um über die Wirkung des HCH als Magen-Darm-Gift Auskunft zu erhalten. Das Ausbleiben einer Schädigung der Schabenweibchen bestätigt die Befunde von Menusan jr., wonach in Kontakt- und Fütterungsversuchen zur Erzielung der gleichen Wirkung bei Schabenweibchen eine 3—4mal größere Dosis als bei den Männchen erforderlich ist.

Daß es sich bei der nach der „Sandwich-Methode“ ermittelten „Fraßgiftwirkung“ tatsächlich um eine solche im engeren Sinne, d. h. um die Folgen einer intestinalen Resorption und nicht um eine Kontaktwirkung des Wirkstoffes auf die nervenreichen Mundwerkzeuge handelt, ergibt sich auch aus der Tatsache, daß unter gleichen Versuchsbedingungen beim DDT (und einigen anderen untersuchten Stoffen) die Kontaktwirkung der „Fraßgiftwirkung“ weit überlegen ist. Denn wenn die „Fraßgiftwirkung“ des HCH ihren Vorrang vor der Kontaktwirkung lediglich dem Kontakt mit den für Berührungsgifte möglicherweise besonders empfindlichen Mundwerkzeugen verdanken würde, müßte im Gegensatz zu den tatsächlichen Befunden auch bei den DDT (und den anderen unter-

suchten Präparaten) die „Fraßgiftwirkung“ der Kontaktwirkung überlegen sein, und es dürfte überhaupt kein Kontaktinsektizid geben, dessen Kontaktwirkung der „Fraßgiftwirkung“ überlegen ist.

## VII. Schlußfolgerung für die praktische Schädlingsbekämpfung.

Wird die Fraßgiftwirkung der hier behandelten Wirkstoffe die ihr zukommende Bedeutung eingeräumt, so ergeben sich Hinweise für die Klärung der Ursache von Fehlschlägen bei der praktischen Bekämpfung und Fingerzeige für ihre Vermeidung.

Am 9. Mai 1950 wurde das Institut von einem Domänenpächter um Besichtigung eines Kartoffelschlages gebeten, welcher bei warmem, trockenem Wetter unmittelbar nach dem starken Zuflug der Kartoffelkäfer aus dem Winterquartier mit einem bekannten und bewährten Hexa-Präparat nach Vorschrift, aber ohne erkennbaren Erfolg bestäubt worden war, so daß der Landwirt der Überzeugung war, mit einem unbrauchbaren Stäubemittel beliefert worden zu sein. Die Besichtigung ergab einen starken Käferbesatz auf den erkennbar bestäubten Stauden, noch keinen Fraß und nur vereinzelte geschädigte, am Boden liegende Käfer. In Fütterungsversuchen mit bereits im Laboratorium vorhandenen Käfern erwies sich das beanstandete Präparat als voll wirksam.

Nach eigenen und den Untersuchungen von Busnel et Drilhon, Fink und Tower bedürfen die Kartoffelkäfer nach der Überwinterung der Wasseraufnahme, um ihre volle Vitalität entfalten und mit dem Fraß beginnen zu können. Bei fehlender Möglichkeit der Wasseraufnahme beobachtete Fink das Zugrundegehen der Käfer trotz des Vorhandenseins natürlichen Futters. In eigenen Versuchen verzögerte sich der Fraßbeginn der Käfer, welche im März dem Winterquartier entnommen und nicht getränkt wurden, im Vergleich mit getränkten Käfern um 3 bis 5 Tage. Auch steigerte sich der anfängliche Spurenfraß erst allmählich zum Normalfraß unter dem Einfluß der mit der Nahrung aufgenommenen, anwachsenden Flüssigkeitsmenge.

In dem hier beschriebenen Falle der Praxis nahmen die Käfer noch keine Nahrung auf, möglicherweise wegen Verhinderung einer Wasseraufnahme (Regen, Tau) durch die Trockenheit. Das HCH kam daher als Fraßgift nicht zur Wirkung, und seine Kontakt- und Gaswirkung reichten unter den Freilandbedingungen nicht aus, um eine erkennbare Schädigung herbeizuführen.

Herrn Dr. F. Klein verdanke ich die mündliche Mitteilung von einem weiteren Versagen eines bewährten Hexa-Stäubemittels gegen den Kartoffelkäfer aus gleicher Ursache: Die Bestäubung (am 27. 7. 50) eines kahlgefressenen, mit Käfern stark besetzten (über 1000 Käfer je qm) Kartoffelschlages, auf welchem nur noch die blattlosen Strünke vorhanden waren (Abb. 5), hatte ein völlig unzureichendes Ergebnis. Ein Teil der Käfer verließ zwar die Strünke, war aber bis zum Mittag des folgenden Tages auf diese zurückgekehrt. Nur ein geringer Prozentsatz geschädigter Käfer lag am Boden. Der Fehlschlag hatte auch hier seine Ursache darin, daß wegen des Fehlens jeder Blattmasse die Möglichkeit einer peroralen Giftaufnahme entfiel oder auf den flächenmäßig nicht ins Gewicht fallenden Rindenfraß beschränkt war.

Beobachtungen von K. Kühle (mündl. Mitteilung) bei der Maikäferbekämpfung 1950 weisen in dieselbe Richtung: Bei kühlem, also ungünstigem Fraßwetter versagende Hexa-Stäubemittel hatten bei günstiger Witterung volle Wirkung. Nach dem vorher Gesagten dürfte als Ursache des Versagens die Annahme einer durch die kühle Witterung herabgesetzten Gaswirkung um so weniger ausreichend sein, als letztere bei der Maikäferbekämpfung in Baumhöhe kaum stärker ins

Gewicht fällt als bei der bodennahen Kartoffelkäferbekämpfung, wo sie im Verein mit der Kontaktwirkung ohne die Entfaltungsmöglichkeit einer Fraßgiftwirkung zu befriedigenden Ergebnissen nicht zu führen vermochte.

Das 1945 und 1946 vielerorts beobachtete Versagen deutscher Gesarol-Stäubemittel führt Blunck nicht zuletzt auf die Partikelgröße dieser Präparate zurück, welche nach seinen Feststellungen bis  $200 \times 500 \mu$  betrug, gegenüber einer sonst üblichen Partikelgröße von nur 10 bis  $50 \mu$ . Allgemein wurde seinerzeit für das Versagen dieser Stäubemittel gegen den Rapsglanzkäfer die Verwendung von Schiefermehl als Trägerstoff verantwortlich gemacht, ohne daß über die Art des wirkungsmindernden Einflusses dieses Inertmittels Klarheit herrschte. Eine den tatsächlichen Verhältnissen entsprechende Bewertung der Fraßgigeeigenschaften des DDT erklärt das Versagen der grobkörnigen Präparate zwanglos dadurch, daß eine Partikelgröße von  $\frac{1}{5}$  bis  $\frac{1}{2}$  mm eine perorale Aufnahme und damit die Entfaltung einer Fraßgiftwirkung verhindert oder beeinträchtigt, bei Verwendung von Schiefermehl um so mehr, als dieses selbst feinstgemahlen wegen seiner physikalischen Eigenschaften ebenso wie die früher als Erdflöhbekämpfungsmittel empfohlenen Substanzen wie Thomasmehl, Staubkalk, Asche, Straßentaub u. a. (vgl. Flugblatt Nr. 121 der Biologischen Reichsanstalt, 3. Aufl. 1943) fraßabschreckend wirkt, wie eigene mit Kartoffelkäfern durchgeführte Versuche ergaben, über welche an anderer Stelle berichtet werden wird.

Wenn nach Blunck, Münchberg und Steiner eine erhebliche Zahl von Blattläusen, Schildläusen, Spinnmilben und anderen pflanzenbesaugenden Arthropoden gegen DDT bemerkenswert unanfällig ist, dem HCH aber erliegt, so ist es wahrscheinlich kein Zufall, daß das in das Pflanzengewebe eindringende und damit für die saugenden Arthropoden peroral aufnehmbare HCH (Sellke, Langenbuch) dem DDT, welches keine Tiefenwirkung besitzt (Sellke, Langenbuch) in seiner Wirkung auf die Pflanzensauger überlegen ist, ebenso wie das erwiesenermaßen (Lüdicke, Frohberger, Langenbuch) in noch stärkerem Maße in die Tiefe wirkende E 605.

Für die Pflanzenschutzmittelindustrie ergibt sich der Hinweis, als Trägerstoffe für Stäube- und als Emulgatoren und Stabilisatoren für Spritzmittel keine Stoffe zu verwenden, deren chemische oder physikalische Eigenschaften fraßabschreckend oder -mindernd wirken.



Abb. 5. Vollständiger Kahlfraß auf einem Kartoffelschlag. (Aufn.: Dr. F. Klein.)



Es gibt Spritzpräparate, welche, in der vorgeschriebenen Konzentration nur tropfenweise mit der Zunge geprüft, für Stunden einen überaus penetranten, üblen Geschmack hinterlassen, welcher möglicherweise auch von den Schädlingen als solcher empfunden wird. Ob die in den Fliegen- und Schabenversuchen festgestellte Fraßgiftwertminderung des HCH durch seine Lösung in Öl auch in der praktischen Schädlingsbekämpfung eine Rolle spielt, bedarf noch der Untersuchung.

Die Bekämpfungsmaßnahmen, vor allem gegen Kartoffel- und Maikäfer, wird man zwecks Erzielung größtmöglichen Erfolges unter klimatischen Verhältnissen durchführen, welche den Fraß der Schädlinge begünstigen, vor allem nicht bei kühlem, feuchtem Wetter.

#### Literaturverzeichnis

- Blunck, H., Erfahrungen mit neuartigen Insektiziden im Ausland. Zeitschr. angew. Ent. **31**. 1949, 77—98.
- Busnel, G. et Drilhon, A., Étude biologique et biochimique du *Leptinotarsa decemlineata* Say, à l'état d'insecte parfait. Ann. Sciences naturelles, Sér. Bot. et Zool. 10. Sér. **20**. 1937.
- Campau, E. J. and Wilson, H. F., Dispersants for Rotenone. A study of the effect of dispersants on the toxicity of Rotenone dusts. Soap **20**, no 10. 1944, 117, 119, 121. — Ref. in Rev. appl. Ent. **33**. 1945, 282—283.
- Domenjoz, R., Pharmakologie und Toxikologie des p, p'-Dichlordiphenyltrichloräthans. Ergebn. d. Hygiene, Bakteriologie, Immunitätsforsch. und exp. Therapie **26**. 1949, 18—45.
- Dresden, D. and Krijgsman, B. J., Experiments on the physiological action of contact insecticides. Bull. ent. Res. **38**. 1948, 575—578. — Ref. in Rev. appl. Ent. **36**. 1948, 174—175.
- Fink, D. E., Physiological studies on hibernation in the Potato beetle *Leptinotarsa decemlineata* Say. Biol. Bull. **49**. 1925, 381.
- Frohberger, P. E., Über das Verhalten des Insektizids E 605 auf und in der Pflanze. Nachrichtenbl. Biol. Zentralanst. Braunschweig **1**. 1949, 155—158.
- Gaines, J. C., Tests of insecticides for control of grasshoppers. Journ. econ. Ent. **40**. 1947, 896—899.
- Heidenreich, E. Biologische Untersuchungen zur Wirkungsweise von Hexachlorcyclohexan. Mitt. Biol. Zentralanst. Berlin-Dahlem **70**. 1951, 87—89.
- Hoffman, J. und Lendle, L. in Arch. exp. Path. **205**. 1948, 223; zit. nach Domenjoz.
- Itzerott, H., Die Wirkungsweise von Aktiv-Gesarol. Anz. Schädlingskunde **24**. 1951, 55—57.
- Kearns, C. W., Ingle, L. and Metcalf, R. L., A new chlorinated hydrocarbon insecticide. Journ. econ. Ent. **38**. 1945, 661—668. — Ref. in Rev. appl. Ent. **35**. 1947, 119—120.
- Langenbuch, R., Über das Eindringvermögen des Hexachlorcyclohexans in das Kartoffelblatt. Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd. (Braunschweig) **3**. 1951, 118—122.
- Lüdicke, M., Über das Eindringungsvermögen von E 605 f in lebende pflanzliche Gewebe. Nachrichtenbl. Biol. Zentralanst. Braunschweig **1**. 1949, 27—28.
- Lüdicke, M., Weitere Untersuchungen über das Eindringungsvermögen des Insektizids E 605 f in lebende pflanzliche Gewebe. Anz. Schädlingskunde **22**. 1949, 58—62.
- Martin, H., Stringer, A. and Wain, R. L., The qualitative examinations of insecticidal properties. Progress Report 1943. Rep. agric. Res. Stat. Bristol 1943, 62—76. — Ref. in Rev. appl. Ent. **33**. 1945, 197—198.
- Menusan jr., H., Comparative toxicity of insecticides administered in various ways to several species of insects. Journ. econ. Ent. **41**. 1948, 302—313. — Ref. in Rev. appl. Ent. **37**. 1949, 394—395.
- Münchberg, P., Über Möglichkeiten, Grenzen und Gefahren des verstärkten Gebrauches der synthetischen Berührungsgifte im Pflanzenschutz. Zeitschr. angew. Ent. **32**. 1951, 317—334.
- Riemschneider, R., Zur Kenntnis der Kontaktinsektizide. I und II. Die Pharmazie **2**. und **9**. Beiheft, 1. Erg.-Bd. Berlin 1947 und 1950.
- Sellke, K., Über die Tiefenwirkung der modernen Insektizidmischungen. Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd. (Berlin) N. F. **4**. 1950, 221—227.
- Slade, R., A new British insecticide, the gamma isomer of benzene hexachloride. Chem. Trade Journ. **116**. 1945, 279—281. — Ref. in Rev. appl. Ent. **33**. 1945, 256—258.
- Steiner, P., Die neuen Kontaktinsektizide der DDT-, Hexa- und E-Gruppe. Anz. Schädlingskunde **21**. 1948, 33—36.
- Stellwaag, F., Eirige Ergebnisse der physiologischen Wertbestimmung neuer synthetischer Kontaktgifte. Zeitschr. Pflanzenkrankh. **55**. 1948, 53—57.
- Thiem, E., Untersuchungen über die Giftempfindlichkeit der Kartoffelkäferlarven in Abhängigkeit vom Entwicklungszustand. Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd. (Berlin) N. F. **5**. 1951, 8—12.
- — — — — Eigenschaften und Wirkungsweise des Hexachlorcyclohexans. Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd. (Berlin) N. F. **5**. 1951, 24—30.
- Tobias, J. M., Kollros, J. J. and Savit, J. in Journ. Pharmacol. **86**. 1946, 287; zit. nach Wiesmann.
- Tower, W. L., Habits and instincts connected with hibernation and aestivation. Publ. Carnegie Inst. Washington **48**. 1906, 245—257.
- Wiesmann, R., Der Wirkungsmechanismus des Dichlordiphenyltrichloräthans bei den Arthropoden, speziell bei Insekten. Ergebn. d. Hygiene, Bakteriologie, Immunitätsforsch. und exp. Therapie **26**. 1949, 18—45.
- — — — — Die Eintrittspforten des p, p'-Dichlordiphenyltrichloräthans am Insektenkörper. Mitt. Schweiz. Ent. Ges. **22**. 1949, 257—291.

## Fortgeführte Untersuchungen über die Widerstandsfähigkeit deutscher Kartoffelsorten gegen den bakteriellen Erreger der Schwarzbeinigkeit und Knollenabfäule / Von C. Stapp

Die letzten Untersuchungen über die Resistenzverschiedenheiten deutscher Kartoffelsorten wurden in den Jahren 1943 und 1944 durchgeführt. Das Manuskript mit den Ergebnissen war im Frühjahr 1945 dem Verlag Gustav Fischer, Jena, zur Veröffentlichung im Zentralblatt für Bakteriologie, Abteilung II, übersandt worden. Da der Verlag aber bisher die Lizenz für diese wissenschaftliche Zeitschrift noch nicht erhalten hat, zögerte sich die Publikation bis 1950 hinaus (4).

Inzwischen war jedoch die Zahl der neuen Kartoffelsorten wieder gewachsen, und es schien eine Erfassung und Prüfung auch dieser angezeigt. So wurde im Jahre 1949 mit den entsprechenden Untersuchungen begonnen, und diese wurden im Jahre 1950 wiederholt, weil das Ergebnis zweier Vegetationsperioden eine sicherere Auswertung gestattet, zumal sich im Jahre 1949 keine so deutlichen Anfälligkeitsunterschiede zwischen

den Ergebnissen der nur mit Wasser „geimpften“ Kontrollen und denen der mit *Bacterium phytophthorum* infizierten Mutterknollen der verschiedenen Sorten zeigten wie im Jahre 1950.

Insgesamt 22 Sorten wurden 1949 in Versuch genommen. Es handelte sich dabei um:

Biene	Marktreidwitzer Frühe
Bona	Heimkehr (Mazurka)
Cornelia	Mittelfrühe*
Direktor Johanssen*	Niederarnbacher Jacobi
Erntedank	Oberarnbacher Frühe
Fichtelgold	Ostbote*
Frühperle	Panther
Heida	Pommernbote
Immertreu	Ronda
Magna	Toni
Maritta	Voran*