

FID Biodiversitätsforschung

Decheniana

Verhandlungen des Naturhistorischen Vereins der Rheinlande und
Westfalens

Die Einwirkung moderner Insektizide auf Insekten, insbesondere auf
Bienen

Bröker, Walter

1968

Digitalisiert durch die *Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt am Main* im
Rahmen des DFG-geförderten Projekts *FID Biodiversitätsforschung (BIOfid)*

Weitere Informationen

Nähere Informationen zu diesem Werk finden Sie im:

Suchportal der Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt am Main.

Bitte benutzen Sie beim Zitieren des vorliegenden Digitalisats den folgenden persistenten
Identifikator:

[urn:nbn:de:hebis:30:4-170368](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hebis:30:4-170368)

Festschrift „40 Jahre Arbeitsgemeinschaft rheinischer Coleopterologen (1927—1967)“

Die Einwirkung moderner Insektizide auf Insekten, insbesondere auf Bienen

Von Walter Bröcker, Köln-Ehrenfeld

(Eingegangen am 16. 1. 1967)

Als unser Land noch unkultiviert war, herrschte das biologische Gleichgewicht innerhalb der Pflanzen- und Tierwelt und somit auch zwischen Nutz- und Schadinsekten.

Durch den Fortschritt in der Zivilisation der Menschen und durch die Fortschritte in der Landwirtschaft und Technik ergab sich die Notwendigkeit, *Monokulturen* anzulegen und züchterische Hochkultur zu treiben. So kam es, daß auf weite Strecken in Feld und Wald nur eine Pflanzenart angebaut wurde und heute noch angebaut wird. Hierdurch bekamen die Schädlinge günstige Lebensbedingungen und das Übergewicht. Schon im Altertum suchte man sich der Insekten, die unser Leben und unsere Ernährungsgrundlage bedrohten, zu erwehren.

Bis in die neueste Zeit versuchte man zum Beispiel durch Fanggeräte, Leimringe, Fanggürtel, durch Schütteln und andere Verfahren, das heißt auf *mechanische* Art, die Schadinsekten zu vernichten.

Man erkannte auch, daß die gesunde Pflanze weniger angefallen wird, und daß die *Pflanzenhygiene* wichtig ist, deren Maßnahmen vor allem bestehen in: ordnungsgemäßer Ernährung der Pflanzen (wohldurchdachten Düngung), Wahl des geeigneten Bodens und der richtigen Saatabstände, damit die Pflanzen Licht, Luft und Sonne bekommen, wodurch sich Abwehrstoffe bilden und die Pflanze widerstandsfähig gegen Schädlingsbefall wird. — Pflanzenhygiene ist auch heute noch wichtig und sollte beim Anbau und der Pflege von Kulturpflanzen viel mehr als üblich Berücksichtigung finden. — Das ist leider leichter gesagt als getan; die Schwierigkeit dabei ist in klarer Erkenntnis der Sachlage, daß häufig die wirtschaftlichen Belange es verhindern, daß ein Anbau nach pflanzenhygienischen Gesichtspunkten durchgeführt wird. Man baut zum Beispiel Sorten an, von denen man weiß, daß sie sehr schädlings- und krankheitsanfällig sind, weil diese Sorten einen hohen Marktwert haben. Ein großer Teil der heutigen Schwierigkeiten liegt an den Forderungen des Großhandels und an den Ansprüchen der Verbraucher, die bestimmte makellose Qualitäten — im optischen Sinne — bevorzugen.

Unzweifelhaft leisteten die verschiedenen Verfahren der mechanischen Methode wertvolle Dienste bei der Bekämpfung tierischer Pflanzenschädlinge, aber sie reichten letzten Endes nicht mehr aus und waren aus verschiedenen Gründen nicht mehr befriedigend. Erst nach der Entwicklung der modernen Naturwissenschaften gelang es,

größere Bekämpfungserfolge durch Einsatz von insektentötenden Mitteln (Insektiziden) auf anorganischer Basis und später mit pflanzlichen Stoffen, z. B. Nikotin, Pyrethrum, Derris und anderen zu erzielen.

Erst als die Öffentlichkeit durch das Wort eines Entomologen: „Wir ernten nicht das, was wir säen und pflügen, sondern nur das, was uns die Schädlinge übriglassen“, aufgeschreckt worden war, begann man eifrig mit der Herstellung von Schädlingsbekämpfungsmitteln, die Arsen und Quecksilber enthielten. — Wie sich schon bald herausstellte, waren diese anorganischen Substanzen nicht nur für die Schädlinge, sondern auch für Nutzinsekten (Bienen, Schlupfwespen u. a.), andere Tiere und den Menschen giftig. Der Pflanzenschutz benötigte zur Durchführung seiner erforderlichen Maßnahmen neue Mittel.

Nachdem im Jahre 1939 die insektizide Eigenschaft des Dichlordiphenyltrichloräthan (DDT) entdeckt worden war, begann darauf der Einsatz einer Fülle organischer-synthetischer Substanzen, vor allem von chlorierten Kohlenwasserstoffen und von Phosphorsäureestern, gegen krankheitsübertragende und pflanzenschädliche Insekten.

Neben dem DDT haben besonders Hexachlorcyclohexan (HCH) und Diäthyl-p-nitrophenyl-thiophosphat (E-605, Parathion) wegen ihrer Breitenwirkung als Insektenbekämpfungsmittel Bedeutung erlangt.

Diese modernen Insektizide wirken als Berührungs- und Fraßgifte tiefgreifend auf Schad- und leider auch auf Nutzinsekten (Bienen u. a.) ein und sind nach eingehenden Überprüfungen auch gefährlich für Warmblüter und damit auch für den Menschen.

Bei Berührung dringen diese Insektizide durch die Kutikula rasch in das Insekten-Integument ein und wirken als Nervengifte. Es handelt sich nachweislich dabei um eine indirekte Blockierung der Cytochromoxydase und Succinodehydrase des neuromuskulären Systems, dadurch, daß sie von den Phospholipoiden der Zentralmembran aufgenommen und darin gespeichert wird.

Näheres über diese Wirkung und über weitere Wirkungen der Insektizide auf den Stoffwechsel und das Fermentsystem der Insekten wird an anderer Stelle berichtet. — Es sei vorerst noch auf folgendes hingewiesen: Nach jahrelanger Anwendung moderner Insektizide zur Bekämpfung von Schadinsekten haben sich nach dem Grundsatz der Auslese Insektenformen gebildet, die resistent gegen diese Mittel geworden sind. Nachdem man die Resistenzerscheinungen nach dem Einsatz von DDT und HCH feststellte, setzte man noch gefährlichere Insektizide aus der Reihe der chlorierten Kohlenwasserstoffe ein, z. B. Chlordan, Aldrin, Dieldrin und andere. Das Dieldrin spielte anfangs eine große Rolle bei der Bekämpfung resistenter Insekten. Man machte jedoch schon bald die interessante Beobachtung, daß die gegen die bisherigen angewandten Mittel resistenten Insekten nicht nur in überraschend kurzer Zeit auch gegen dieses Insektizid unempfindlich wurden, sondern daß Dieldrin offenbar einer der stärksten Resistenzbildner unter den chlorierten Kohlenwasserstoffen ist. Man konnte nach Behandlung sensibler Fliegen mit Dieldrin nach vier Generationen einen hohen Resistenzgrad erzielen.

Ein resistenter Insektenstamm ist befähigt, die Wirksubstanz der Pestizide aus der Reihe der chlorierten Kohlenwasserstoffe zu unwirksamen Substanzen zu dehydrochlorieren. Für den Abbau des Insektizid-Moleküls, der hauptsächlich im Totalintegument der Insekten stattfindet, ist das Ferment Dehydrochlorinase verantwortlich, das sehr wahrscheinlich in seiner Wirkung der für analytische Zwecke benutzten Methode der Chlorwasserstoffabspaltung mit Hilfe alkoholischer Kalilauge ent-

spricht. Aus DDT: Dichlordiphenyl-trichloräthan entsteht dabei durch Abspaltung von HCl Dichlordiphenyl-dichloräthylen (DDD) und aus: Hexachlor-cyklohexan (HCH) durch Abspaltung von 3 HCl 1, 3, 5 Trichlorbenzol.

Auch gegen Parathion gibt es seit längerem bereits resistente Insekten, z. B. Spinnmilben, Läuse usw. Auch der Wirkstoff des Parathions wird durch ein Ferment abgebaut.

Diese Resistenzbildung bei Insekten aller Art, z. B. auch bei den krankheitsübertragenden Anophelen, hat zu schweren Konsequenzen geführt, was auch in vielen der Referate, die auf dem XII. Internationalen Entomologen-Kongreß in London 1964 gehalten wurden, zum Ausdruck kam. Die Überwindung der Resistenzausbildung bei den Insekten ist heute zu einem der größten Probleme der Schädlingsbekämpfung geworden. Sie ist zu einem Weltproblem geworden.

So hat die Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen auf Grund wissenschaftlicher Untersuchungen festgestellt, daß in den vergangenen zwanzig Jahren etwa 200 Arten von Ungeziefer genügend Abwehrkräfte gegen Insektenvernichtungsmittel entwickelt hätten, um eine Bestäubung bzw. Bespritzung mit angeblich tödlich wirkenden Chemikalien zu überleben. Die im Auftrag der Organisation arbeitenden Wissenschaftler befürchten, daß viele chemische Insektenvertilgungsmittel nicht mehr zum Schutz der landwirtschaftlichen Erzeugung verwendet werden können, da verstärkte Gaben dieser Chemikalien eine latente (verborgene) Gefahr für Pflanzen, Tiere und Menschen darstellen.

Die Honigbiene ist infolge ihrer hohen Entwicklung ein Insekt besonderer Art. Das Bienenvolk besitzt nur ein Weibchen (die Bienenkönigin), einige Hundert Männchen, die Drohnen, und 20 000 bis 50 000 Arbeitsbienen, die unfruchtbar sind. Ein resistenter Bienenstamm kann nie entstehen, da nur die Arbeitsbienen, also keine Geschlechtstiere, beim Sammeln von Blütenstaub (Pollen), Nektar und Honigtau in Garten, Feld und Wald den schädlichen Einwirkungen der Insektizide ausgesetzt sind und diesen zum Opfer fallen.

Die Honigbiene, das Versuchstier par excellence der Sinnesphysiologen, ist wegen ihrer besonderen Eigenschaft als Insekt auch ein geeignetes Versuchstier bei Untersuchungen über die Nervengift- und Fraßgiftwirkung von DDT, Gamma HCH und Parathion und anderer moderner Insektizide. Über das für die Versuche benutzte HCH sei folgendes angegeben: Bei der Herstellung dieser organisch-synthetischen Substanz durch Einwirkung von Chlor auf Benzol entstehen mehrere Strukturisomere, die sich in ihrer insektiziden Eigenschaft sehr unterscheiden, und von denen die Gamma-Form am wirksamsten und als Gamma HCH im Handel ist.

Für die Durchführung der Versuche zur Feststellung der Nervengiftwirkung von DDT, Gamma HCH und Parathion wurden Holzrahmen mit den Maßen $20 \times 10 \times 5,5$ cm benutzt, die oben mit feiner Drahtgaze bespannt waren und in deren Boden eine mit Bienenwachs behandelte und mit einem der drei Insektizide bestäubte Papptafel eingeschoben wurde. Als Versuchstiere dienten 100 Bienen, die vorher mit einer wässrigen Honiglösung 1:1 gefüttert worden waren.

Es konnte festgestellt werden, daß bei Berührung der angewandten Insektizide mit steigender Temperatur die tödliche Nervengiftwirkung auf Honigbienen von Gamma HCH und Parathion zunimmt und von DDT abnimmt. Diese Beobachtung wurde auch andernorts gemacht, und es entstand dadurch die Meinung, daß die Bienen bei höheren Temperaturen, z. B. bei der Bruttemperatur von $34-36^\circ$, resistent gegen DDT seien. Wie jedoch meine Nachweise ergaben, handelt es sich dabei um

eine Speicherung des DDT im Körper der Biene. Setzte man nämlich derart behandelte Bienen tieferen Temperaturen aus, dann äußerte sich sofort die Nervengiftwirkung dieses Insektizids durch aufgeregtes Umherlaufen, Kreiseln in Rückenlage, Zucken der Gliedmaße, Ausstrecken des Rüssels und Giftstachels und baldiges Absterben. Diese Versuchsergebnisse deuten darauf hin, daß sich das DDT bei höherer Temperatur im Fett- und Lipoidgewebe des Nervensystems der Biene ablagert, wo es bei Abkühlung frei wird und als Nervengift wirkt, in Erscheinung tritt. — Je nach Einwirkungsdauer lagerte sich mehr oder weniger DDT im Fett- und Lipoidgewebe der Nerven ab, wie analytische Nachweise ergaben. Diese Versuchsergebnisse sind eine Bestätigung der Befunde von EICHHOLZ, daß sich die insektentötenden chlorierten Kohlenwasserstoffe, zu denen DDT gehört, bis zur mehrfachen tödlichen Dosis im Fettgewebe ansammeln.

Als Fraßgifte üben DDT, Gamma HCH und Parathion sowohl eine Nervengiftwirkung als auch besonders auffallend eine Magen- und Nierengiftwirkung auf Honigbienen aus.

Für die Untersuchungen zur Feststellung der Fraßgiftwirkung der drei Insektizide auf Honigbienen dienten Holzkäfige mit den Maßen $12 \times 9 \times 5,5$ cm, von denen eine Wand mit engmaschiger Drahtgaze und deren gegenüberliegende aus Glas bestand. Am Boden war ein Futtergefäß von 50 ccm Inhalt einschraubbar. Vom Deckel aus konnte ein Tränkkröhrchen eingehängt werden. Als Versuchstiere wurden jeweils 25 hungernde Bienen eingesetzt. Zur Durchführung der Versuche wurde in drei Futtergefäße 20 g Honig-Puderzuckerteig eingefüllt, in dem 0,1 % (20 mg) DDT, bzw. 0,1 % (20 mg) Gamma HCH und 0,025 % (5 mg) Parathion eingemischt war.

Bei der Prüfung begannen die Versuchsbienen schon bald nach dem Einsetzen am Futter zu lecken, bzw. aus dem Trinkkröhrchen Wasser zu trinken. Bei den Fraßgiftversuchen wurden Bienen erhalten, die während des Absterbens unter den bekannten Kontaktmittel-Vergiftungssymptomen die Haare verloren, zusammenschrumpften und unter Schweißausscheidungen einen schwarzglänzenden Hinterleib an Thorax und Abdomen bekamen, was typisch für die „Schwarzsucht“ der Honigbiene ist.

Durch Aufnahme von Parathion wurden die Bienen schon bei 20° innerhalb von vier bis fünf Stunden während allmählichen Absterbens unter Zittern und Lähmungserscheinungen alle schwarz. Eine Temperaturerhöhung hatte zur Folge, daß die Giftwirkung beschleunigt wurde. Die durch das Einverleiben von DDT, bzw. Gamma-HCH vergifteten Bienen gingen erst bei 28 bis 31° nach zehn bis zwölf Stunden unter den typischen Erscheinungen der Schwarzsucht ein.

Die vorstehenden Untersuchungsbefunde finden eine gute Bestätigung durch die Arbeit von SACHS über „Eine Honigtauvergiftung bei Bienenvölkern als Folge einer Maikäfer-Bekämpfungsaktion. Zur Fraßgiftwirkung von Hexachlorcylohexan auf Bienen“. Es heißt darin bei der Beschreibung der Beobachtungen während der Einwirkung von HCH auf die Versuchsbienen im Protokoll zu Versuch 9 „zitternde und zuckende Bein- und Fühlerbewegungen, Thorax, Abdomen und Beine erscheinen schwarz“.

Im Naturwald gibt es viele Insekten die den Honigtau aufnehmen. Neben den Ameisen, die pro Nest im Jahr etwa 50 kg Honigtau verbrauchen, sind es u. a. vor allem etwa 300 Schlupfwespenarten, die den Honigtau als Nahrung (Treibstoff) benötigen.

Aus dem angeführten Beispiel für Bienen, den Feststellungen von SACHS, ist zu erkennen, wie groß die Gefahr ist für die honigtauerzeugenden Insekten, z. B. Lach-

niden, und für die Honigtau verzehrenden Insekten — und anderer Tiere —, wenn ein Wald zur Bekämpfung von Schadinsekten mit Insektiziden vom Flugzeug aus bestäubt wird.

Die oben mitgeteilten Untersuchungsbefunde zeigen an, daß die Fraßgiftwirkung von DDT, Gamma HCH und Parathion auf der Blockierung wichtiger Fermentsysteme im Magen-Darm-Kanal der Honigbiene beruht, wodurch allem Anscheine nach infolge plötzlicher Stoffwechselstörungen, vor allem des Eiweißstoffwechsels, und damit im Zusammenhang stehender Zersetzung des Blutes und tiefgreifender Vergiftung mit Schrumpfung der Niere (Malpighischen Gefäße) als äußeres Zeichen die „Schwarzsucht“ verursacht wird.

Zum näheren Verständnis dieser Schlußfolgerung seien nach den Mitteilungen von P. MÜLLER, dem Entdecker des DDT, folgende Angaben über die giftigen Eigenschaften der drei angewandten Insektizide gemacht: Das Dichlordiphenyl-trichloräthan (DDT) ist ein starkes Magengift. Im Diphenylmethyl-Rest besitzt es einen Aufbau der Atome, der den Sterinen in Form und Länge ähnlich ist. Die Giftwirkung beruht demnach auf einer Einwirkung auf Sterine. So soll DDT eine besondere Verwandtschaft zum Cholesterin besitzen, das bekanntlich ein wichtiger Bestandteil der Zelle, vor allem des Nervengewebes, ist und für viele Insekten ein fettlösliches Vitamin darstellt. — Die Trichlor-Gruppe im DDT-Molekül spielt durch ihre Fähigkeit, Elektronen anzuziehen, eine wesentliche Rolle bei der insektentötenden Wirkung dieser Substanz. Hexachlor-cyclohexan, $C_6H_6Cl_6$ (HCH), das, wie schon erwähnt, in mehreren Formen vorkommt, ist in der Gamma-Form ein schnell wirkendes Insektizid. Dieses Gamma-HCH besitzt dieselbe Raumkonfiguration (Atomanordnung im Molekülbau) wie Meso-Inosit, ein Hexaoxy-cyclohexan, $C_6H_6(OH)_6$, das ein lebenswichtiger Stoff ist. — Gamma-HCH greift sehr wahrscheinlich im Sinne der bekannten Verdrängungshypothese, — die bei der Erklärung der Wirkungsweise der Sulfonamide auf krankheitserregende Bakterien von Bedeutung ist —, in den Inosit-Stoffwechsel im Körper der Honigbiene ein und blockiert dadurch die Wirkung des Meso-Inosits als Wachstumsfaktor und Vitamin der B-Reihe.

Parathion wirkt rasch vergiftend durch Blockierung des im Blut und Gewebe vorhandenen wichtigen Ferments „Cholinesterase“, was eine Anhäufung des schädlich wirkenden „Acetylcholin“ zur Folge hat. Diese Substanz wird dadurch nicht mehr fermentativ zu Cholin und Essigsäure verseift und damit unwirksam gemacht, sondern wirkt als Gift auf die inneren Organe und auf die vegetative Steuerung des Zellstoffwechsels ein und ruft Störungen im Nervensystem hervor.

Diese Ausführungen über die Eigenschaften der modernen Insektizide: DDT, Gamma-HCH und Parathion geben eine Erklärung für die geschilderten Vergiftungserscheinungen bei deren Einwirkungen als Nerven- und Fraßgifte auf Honigbienen.

Die mit dem Testtier Honigbiene erhaltenen Versuchsergebnisse können uns einen Einblick in die Wirkungsweise der modernen Insektizide auf Insekten geben.

LITERATURANGABEN

Eichholz, Fritz: Die toxische Gesamtsituation auf dem Gebiet der menschlichen Ernährung. Berlin 1956.

Müller, Paul: *Experientia*, **10**, 91, 1954.

Sachs, Franz: *Zeitschrift für Bienenforschung*, **3**, 205, 1957.

Ausdrift des Verfassers: Dr. Walter Bröker, 5 Köln-Ehrenfeld, Eichendorffstraße 14.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Decheniana](#)

Jahr/Year: 1968

Band/Volume: [120](#)

Autor(en)/Author(s): Bröker Walter

Artikel/Article: [Die Einwirkung moderner Insektizide auf Insekten, insbesondere auf Bienen 23-27](#)