

Die augenblickliche Problematik der Insektizidanwendung.

Von Univ.-Prof. Dr. Wolfdietrich Eichler,
Leipzig

(Veterinärmedizinische Fakultät der Karl-Marx-
Universität, Leipzig, DDR.)

Vortrag, gehalten am 15. März 1967.

1. Insektizide als Segen für die Menschheit

Wenn man sich vergegenwärtigt, daß es noch gar nicht allzu lange her ist, daß alljährlich Millionen von Menschen der Malaria zum Opfer fielen, daß aber heute dank DDT die Ausrottung der Malaria praktisch durchführbar ist — ja in weiten Teilen der Welt schon gelungen ist — dann müssen wir die modernen Insektizide unter diesem Gesichtspunkt als einen Segen für die Menschheit betrachten. Mir persönlich ist es heute noch ein unvergeßliches Erlebnis, daß ich mich vor 25 Jahren persönlich davon überzeugen konnte, wie verheerend die Malaria beispielsweise in Griechenland gehaust hat. In dem Dorfe Äußer-Paralimni am Kap Araxos konnte ich bei eigenen

Milzuntersuchungen der Bevölkerung feststellen, daß ein Absinken des Milzindex unter 100% nicht eine Folge des Malariarückganges war, sondern des Neuzuzuges nichtinfizierter Familien — und eben dieser Neuzuzug erfolgte deshalb, weil andere an Malaria gestorben waren und dadurch Wohnraum frei wurde. Wenn man solche Fälle kennt — und wenn man weiß, daß die von KEMAL ATATÜRK aus Kleinasien vertriebenen Griechen in ihrer neuen Heimat Griechenland in den Malariasümpfen angesiedelt wurden und dort an der Malaria größtenteils ausstarben — dann wird man es für richtig halten, daß Paul Hermann Müller als dem „Vater des DDT zur Insektenbekämpfung“ der Nobelpreis für Medizin zuerkannt wurde.

Die Malaria ist nicht die einzige Geißel der Menschheit, von der uns die Insektizide in den letzten Jahrzehnten befreit haben. Während das Fleckfieber beispielsweise noch bis in die jüngste Zeit hinein den kriegführenden Völkern größere Verluste zufügte, als alle Waffengewalt zusammen, hat das DDT praktisch auch die Ausrottung des Fleckfiebers ermöglicht. Wenn heute in Japan der Reisanbau im Mutterlande ausreicht, um den Reisbedarf der japanischen Bevölkerung zu sichern, so ist auch das den synthetischen Insektiziden zu verdanken. Und gerade auf dem Sektor des Pflanzen- und Vorratsschutzes lassen sich noch weitere Bei-

spiele dafür anführen, daß die Menschheit den modernen Insektiziden bessere Lebensbedingungen verdankt.

Alles in allem kann kein Zweifel daran bestehen, daß die Entwicklung der modernen synthetischen Insektizide einen technischen und kulturellen Fortschritt für die Menschheit bedeutet.

2. Die heutige Insektizidsituation

Nicht jeder technische Fortschritt ist bedingungslos positiv zu bewerten. Gerade die Insektizide geben hierfür ein Paradebeispiel. Wie das so oft bei Neuerungen der Fall ist, werden sie überschätzt und ihre Anwendung wird übersteigert. In dieser Situation befinden wir uns gegenwärtig hinsichtlich der Anwendung der Insektizide. Während ihr Einsatz unter gewissen Umständen vorbehaltlos zu begrüßen ist, hat sich die Praxis der Insektizidanwendung heute überschlagen, so daß wir in Mitteleuropa einem weitverbreiteten Insektizidmißbrauch gegenüberstehen.

Die verschiedenen Faktoren des ausgesprochenen Insektizidmißbrauchs lassen sich beispielsweise wie folgt ordnen: a) Überdosierung; b) Nichtbeachtung der Karenzzeiten; c) bedenkenloser Einsatz von Insektiziden ohne Prüfung der Notwendigkeit; d) Entwicklung von Verfahren, die zu einem Mißbrauch geradezu zwingen.

Überdosierungen sind heute so allgemein ver-

breitet, daß man tagtäglich Beispielen dafür in der Praxis begegnet. Sie werden teilweise nach dem Motto „doppelt genäht hält besser“ praktiziert, oder sie erfolgen sofort, sowie nicht gleich der vom Anwender — oft einem Laien — erwartete Erfolg sichtbar wird.

Für die Nichtbeachtung der Karenzzeiten¹⁾ geben M e r a b & K a r a m ein anschauliches Beispiel. Für alle im Libanon an Apfelbäumen angewandten Systeminsektizide²⁾ ist eine Karenzzeit von mindestens 30 Tagen vor der Ernte des Apfels vom Hersteller vorgeschrieben. Es ist aber durchaus die Regel, daß Systeminsektizide bei Apfelbäumen noch am Tage vor der Apfelernte angewandt werden.

Auch dem bedenkenlosen Einsatz von Insektiziden ohne Prüfung der Notwendigkeit begegnen wir heute nicht selten. Ich kenne mehrere Fälle, wo Schädlingsbekämpfer Ausspritzungen von Wohnräumen vornahmen, ohne daß überhaupt sicher war, daß ein Insektenbefall vorhanden war. In der Regel rührt das davon her, daß der Auftraggeber — und das konnte ja auch eine Hausfrau mit nervös bedingtem Hautjucken sein — dem Schädlingsbekämpfer den Auftrag für eine solche Maßnahme „zur Ungezieferbekämpfung“ gab. Erst kürzlich versprach mir ein Schädlingsbekämpfer Wanzen aus der ihm übertragenen Entwanzung eines Wohnheimes. Betreten sagte er mir andern-

tags, er habe bei Durchführung der Entwanzung keine einzige Wanze gefunden und sei jetzt plötzlich im Zweifel, ob überhaupt ein Wanzenbefall vorgelegen habe.

Geradezu eine Zivilisationskrankheit ist die Manie, bei jedem Mückenschwarm nach Flugzeugen zu rufen, welche die Gegend entmücken helfen sollen. Als ich in einem solchen Falle darauf hinwies, daß Stechmücken zur Zeit gar nicht vorhanden seien und die beobachteten Mückenschwärme ausnahmslos solche von Zuckmücken seien, erfolgte die für den modernen Großstadtmenschen typische Antwort „dann muß einem das aber gesagt werden, daß diese Mücken gar nicht stechen“! Diese Einstellung erinnert mich an den Arzt, der — tatsächlich vorgekommen — nach der Krankenschwester ruft „bringen Sie mir sofort eine Chloräthylampulle, an meinem weißen Kittel sitzt ein Floh“.

Eine völlige Verirrung ist die Entwicklung solcher Verfahren, die geradezu zum Mißbrauch der Insektizide zwingen. Beispiele dafür sind die Universalprühdosen und die Insektenlöscher. Universalprühdosen wirken gleichzeitig als Luftverbesserer (durch Parfümgehalt), Rauchverzehrer und Insektizidvernebler. Gegen den Unfug, daß bei jeder Verwendung als Rauchverzehrer und Luftverbesserer die Zimmerluft auch mit Insektiziden angereichert wird, hat sich schon D ö h r i n g verwahrt.

Insektenlöscher³⁾ sind Sprühgeräte, die an der Wand einer Fabrik oder eines Lagergebäudes „zur Selbstbedienung“ aufgehängt werden. Ganz wie Feuerlöscher für den Fall eines Brandes bereitgestellt sind, „kann jeder Angestellte, der ein Insekt bemerkt, sofort das Sprühgerät bedienen“.

Geradezu grotesk ist ein mir aus der Praxis bekannter Fall, wo wegen der Stechmückenplage in einem Zeltlager an die dasselbe bewohnenden Jugendlichen Sprühflaschen mit der Lösung eines Chlorkohlenwasserstoffinsektizids verteilt wurden. Diese sollten laut Gebrauchsanweisung derart bedient werden, daß durch Besprühen der Wände (von Räumen mit festen Wänden) ein insektizider Wandbelag jede Mücke abtöte, die sich daran setze. Die jungen Leute lasen aber die Gebrauchsanweisung nicht — eine übrigens recht weitverbreitete Sitte — sondern rieben sich den nackten Körper mit der Lösung ein: eine Methode, die zur Resorption durch die Haut und eventuellen Lähmungserscheinungen führen könnte.

Alle diese hier geschilderten Beispiele für eine ausgesprochen unsachgemäße und damit auch bedenkliche Anwendung von Insektiziden wären kaum denkbar, wenn nicht die Meinung weit verbreitet wäre, DDT und die anderen modernen Insektizide seien für den Menschen harmlos und ungiftig. Weil aber gerade in dieser Richtung falsche Vorstellungen selbst noch bei manchen Experten

verbreitet sind, wir aber auf diesem Gebiet in den letzten Jahren grundlegende neue Erkenntnisse gewonnen haben, werde ich im folgenden vor allem über die warmblütertoxischen Aspekte der synthetischen Insektizide berichten.

3. Die Warmblütergiftigkeit der Insektizide

3.1 — Erkenntniswege zur Warmblütertoxizität

Nach dem Zweiten Weltkriege waren viele Anhänger der neuen Insektizide so zuversichtlich, daß einst der Versuch gemacht wurde, Brötchen aus Gesarol⁴⁾ zu backen und deren Verzehrmöglichkeit als Beweis für die Harmlosigkeit des DDT zu deklarieren. Von solchen primitiven Methoden ist man zwar bald abgekommen, aber Hinweise auf den Ernst der Lage gaben oft erst zufällige Einzelbefunde. Es läßt sich auch nicht verhehlen, daß sich manche Teile der chemischen Industrie zum recht einseitigen Richter über Toxizitätsfragen machten. Manchen Industriebiologen wurde die Untersuchung einer eventuellen Warmblütertoxizität direkt verboten, andere wurden durch falsche Statistiken eingeschüchtert, oder während eines über längere Zeit geführten Toxizitätsversuchs wurde plötzlich „die Zusammensetzung des Präparates inzwischen geändert“, um jede Aussagemöglichkeit des zu erwartenden Versuchsergebnisses schon von vorneherein zu verhindern.

Noch 1954 erklärte der Industriebiologe B o d e n-

stein über DDT, HCH, DFDT, Chlordan und Parathion „alle diese Wirkstoffe sind toxikologisch gut bekannt...“. Inzwischen haben wir sehr viel über die Toxizität dieser Stoffe erfahren, und doch würde ich auch heute noch nicht wagen, ein solches Urteil zu fällen. Viel richtiger erscheint mir die Auffassung anderer Kollegen, wir würden bisher von keinem einzigen der modernen Insektizide den genauen Wirkungsmechanismus wirklich kennen. Jedenfalls ermutigt diese Erfahrung nicht, den oft geäußerten Erklärungen mancher Industrievertreter⁵⁾ Glauben zu schenken, in den Industrielaboratorien sei die Toxizität dieser Wirkstoffe sehr genau und sorgfältig erforscht worden und die Toxizität sei wenigstens dort genügend bekannt, wenn auch nicht immer alle Einzelheiten publiziert würden.

3. 2 — *Carsons* „*Stummer Frühling*“ und der *Kennedy-Bericht*

Rachel Carson hat mit ihrem berühmten „*Silent Spring*“ zum Teil sehr heftige Kritiker auf den Plan gerufen. Wenn es in diesen Kritiken aber heißt, es sei „dem Fachmann nichts Neues“ mitgeteilt worden, so drängt sich doch die Frage auf, warum dann der Fachmann geschwiegen hat. Wenn der gleiche Rezensent dann betont, das Erscheinen des *Carsonschen* Buches habe seiner Behörde vermehrte Forschungsgelder für Toxizitätsunter-

suchungen zufließen lassen, dann wundere ich mich, weshalb er überhaupt noch gegen Carsons Buch Stellung nimmt. Viel mehr den Realitäten Rechnung tragend erscheint mir daher Steinigers Vorschlag, wenn Rachel Carson noch am Leben wäre, so hätten wir hoffen können, daß sich auch einmal für sie ein Nobelpreis ergäbe; denn so wie ihn Paul Hermann Müller für die Einführung des DDT in die Schädlingsbekämpfung als einem medizinischen Fortschritt bekam, hätte Rachel Carson ihn verdient gehabt, weil sie als erste die Weltöffentlichkeit auf die mit dem DDT verbundenen Gefahren hinzuweisen verstanden hatte.

Das Aufsehen des Carsonschen Buches war so groß, daß Präsident Kennedy einen Beraterausschuß mit einem Gutachten beauftragte, und dieses inzwischen als „Kennedy-Bericht“ in die Fachliteratur eingegangene Schriftstück hat, cum grano salis gesprochen, die von Carson in ihrem Buche geäußerten Bedenken gegen die Insektizide in ihren Grundzügen vollauf bestätigt. Der Kennedy-Bericht mündet in eine Reihe von Empfehlungen, die trotz aller inzwischen erfolgten Verbesserungen in der Insektizidhandhabung auch heute noch hochaktuell sind und deshalb im folgenden in ihren wichtigsten Punkten wiedergegeben seien:

a) Erhöhung der Sicherheit bei der Anwendung von Insektiziden.

b) Entwicklung ungefährlicherer und spezifischerer Verfahren der Insektizidanwendung.

c) Schärfere gesetzliche Regelungen des Umgangs mit Insektiziden.

d) Umfassende Aufklärung der Öffentlichkeit über die mit dem Gebrauch von Insektiziden verbundenen Gefahren.

e) Erhebungen über Pestizidspiegel und Rückstände von Pestiziden ⁶⁾.

f) Überprüfung der Toleranzen ⁷⁾.

g) Methodische Reduktion des Gebrauchs persistenter Insektizide ⁸⁾.

h) Förderung der Forschung mit dem Ziel der Entwicklung selektiver Insektizide, nichtpersistenter Insektizide, selektiver Insektenbekämpfungsverfahren und nichtchemischer Methoden zur Insektenbekämpfung.

i) Verstärkung der Toxizitätsforschung und vermehrte Durchführung von Toxizitätsuntersuchungen.

3. 3 — *Akute und chronische Insektizidtoxizität*

In den letzten Jahren ist die Zahl der Publikationen, die sich mit Fragen der Insektizidtoxizität beschäftigen, zu einer kaum mehr überschaubaren Flut angewachsen. Die Weltgesundheitsorganisation gibt ein eigenes Informationsbulletin heraus „Information Circular on the toxicity of pesticides to man“. Im einzelnen handelt es sich bei den

Toxizitätsarbeiten um mehr oder weniger zufällige Erfahrungsberichte oder ganz spezielle Einzeluntersuchungen.

Bei Überlegungen über die Toxizitätsgefahren durch Insektizide wird oft nicht genügend scharf unterschieden zwischen der akuten Toxizität und der chronischen Giftwirkung. Letztere wiederum, die sich auf die Aufnahme geringer Giftmengen über einen längeren Zeitraum hinweg bezieht, muß verschieden beurteilt werden jenachdem, ob es sich um die Durchschnittsbevölkerung handelt, oder um einen Personenkreis, der berufsmäßig der Einwirkung von Insektiziden besonders ausgesetzt ist.

Die akute Toxizität spielt bei Unglücksfällen und offensichtlichem Mißbrauch von Insektiziden eine Rolle. In den USA sind allein in einem Jahr (1961) 119 Personen durch Pestizide⁹⁾ ums Leben gekommen (darunter 50% Kinder unter 10 Jahren). Todesfälle oder auch schwere Vergiftungserscheinungen durch akute Giftwirkung von Insektiziden sind aber so gut wie immer so augenfällig und damit in ihrem Kausalzusammenhang allgemein erkennbar, daß ich diese Seite der Insektizidtoxizität hier nicht weiter beleuchten werde: viel gefährlicher, weil in ihren ursächlichen Beziehungen weniger leicht durchschaubar, sind die Folgen einer chronischen Intoxikation durch Insektizide.

Dabei stehen in ihren unmittelbaren Auswirkungen zweifellos diejenigen Berufe im Vordergrund,

die als Fabrikarbeiter der Herstellerbetriebe oder als Schädlingsbekämpfer bzw. Pflanzenschutztechniker ständig unmittelbaren Umgang mit Insektiziden in konzentrierter Form haben. Bei solchen Personen kennen wir heute als Schädlingsbekämpferberufskrankheit allergische Reaktionen, Haut-ekzeme, Siechtum bis zur Leberzirrhose. Die Kliniken für Berufskrankheiten haben sich dieser Gefährdung des Menschen durch Pflanzenschutzmittel ¹⁰⁾ mit einem sehr konsequenten Forschungsprogramm angenommen.

Weitgehend noch unklar ist dagegen noch die Einschätzungsmöglichkeit der Gefährdung, welcher der „Normalverbraucher“ dadurch ausgesetzt ist, daß er mit der Nahrung, der Luft oder dem Trinkwasser ständig geringe Spuren von Rückständen insektizider Wirkstoffe aufnimmt, die sich in seinem Körper speichern können und dann völlig unbekannte Wirkungen hervorrufen können. Über das Vorhandensein und den Nachweis solcher Rückstände gibt es heute bereits eine umfassende Literatur, ja sogar eine eigene Schriftenreihe „Residue Reviews“. Ich möchte nur zwei Beispiele in diesem Zusammenhang hier erwähnen: Behandelt man Hühnerställe gegen Ektoparasiten mit Lindan, so lassen sich Rückstände davon in den Eidottern nachweisen. Werden Tabakpflanzen mit Thiodan oder Telodrin behandelt, so finden sich diese Stoffe als meßbare Rückstände im Zigarettenrauch wieder.

An der Lan gebührt das Verdienst, hinsichtlich der Einschätzung der chronischen Toxizität der Insektizide auf den Charakter der jeweiligen Giftstoffe als Konzentrationsgifte, als Kumulationsgifte oder als Summationsgifte hingewiesen zu haben. Aber gerade in dieser Hinsicht können wir die meisten Insektizide noch so gut wie gar nicht zuverlässig beurteilen. Eines aber schält sich immer klarer heraus: die besondere gonadotrope und neurotrope Affinität vieler weitverbreiteter insektizider Wirkstoffe. Mit diesen speziellen Aspekten wollen wir uns daher im folgenden etwas näher befassen.

3. 4 — *Gonadotrope Insektizidwirkungen*

Daß beispielsweise DDT ausgesprochen keimdrüsenschädigend wirkt, ist zwar schon lange bekannt, aber ungenügend beachtet worden. Einiges Aufsehen erregten erst die amerikanischen (auch von Rachel Carson wiedergegebenen) Untersuchungen über das Wanderdrosselsterben im Zusammenhang mit DDT-Aktionen gegen das Ulmensterben. In den letzten Jahren häuften sich aus vielen Ländern die ein geradezu bedrohliches Ausmaß annehmenden Berichte über den Rückgang verschiedener Raubvögel (u. a. der Wanderfalken in England und Finnland). Allem Anschein nach liegt die Ursache dafür in der Aufnahme von In-

sektiziden mit ihren Beutetieren und der besonderen Wirkung der betreffenden Wirkstoffe auf die Keimdrüsen der betreffenden Raubvogelarten. Bernard & Gaertner fanden, daß Mäuse bei zwei- bis dreimonatiger Verabreichung von 200—300 ppm DDT ins Futter noch die normale Anzahl von Nachkommen produzierten, bei 400 bis 500 ppm keine Nachkommen mehr produzierten, und bei 600 ppm nach 35 Tagen starben.

Daß den sterilmachenden Wirkungen der Insektizide kaum Aufmerksamkeit geschenkt wurde, ist vor allem deshalb erstaunlich, weil der gleiche Effekt schon bei Insekten nachweisbar ist. Das hätte einen Fingerzeig dahin geben müssen, daß diese Frage bei warmblütigen Tieren vorrangig hätte untersucht werden müssen. Die Arbeiten von Lineva (und Mitarbeitern) zeigten nicht nur, daß subletale DDT-Dosen bei Fliegen Störungen im Prozeß der Eireifung bewirken, sondern daß die gleiche Erscheinung auch bei Trichlorfon beobachtet werden kann (einem Phosphorsäureesterinsektizid, das bis vor kurzem noch als „weitgehend ungefährlich“ betrachtet wurde). Brudnaja &c. fanden eine verminderte Fruchtbarkeit als erste Stufen der Giftwirkung bei den betroffenen Insekten sogar bei Begasungen — während doch gerade Atemgiften eine ganz anders gelagerte Giftwirkungsweise zugeschrieben worden war ¹¹⁾.

3.5 — *Neurotrope Insektizidwirkungen*

Es ist eigentlich erstaunlich, daß die Frage einer Schädigung des Zentralnervensystems beim Warmblüter nicht längst im Vordergrund der Insektizidforschung stand, nachdem die Chlorkohlenwasserstoffinsektizide als ausgesprochene Nervengifte für das Insekt längst bekannt waren. In jüngster Zeit erfahren wir allerdings mehr und mehr Hinweise auf ausgesprochen neurotrope Wirkungen der modernen Insektizide. Phosphorsäureesterinsektizide verursachen toxische pseudoneurasthenische Erscheinungen. Hexachlorcyclohexangaben verlängern die Zahl der notwendigen Dressurakte bei Experimenten mit Ratten. D é s i, F a r k a s und K e m é n y (1966) konnten bei geringen DDT-Mengen, die noch keinerlei klinische Erscheinungen hervorriefen, im Elektroenzephalogramm schon Schädigungen am Zentralnervensystem von Ratten nachweisen. Sie schließen daraus für den Menschen, daß „unsere täglich aufgenommenen, mit kleinen Mengen DDT verunreinigten Nahrungsmittel im Falle einer chronischen Aufnahme die Funktion des Nervensystems schädigen; die Schädigung kann bestehen, ohne mit den üblichen Routine-Untersuchungsmethoden diagnostizierbar zu sein“.

3.6 — *Kombinationswirkungen*

Die Problematik der Insektizidtoxizität wird durch die steigende Tendenz, verschiedene Wirk-

stoffe zu kombinieren, noch weiter kompliziert. Im Zusammenwirken kann es zu Wirkungssteigerungen (Potenzierungseffekt) kommen, sodaß eventuelle Toxizitätsberechnungen für die Einzelwirkstoffe ein viel zu optimistisches Bild geben würden. Auch in diesem Bereich sind unsere Kenntnisse erst mosaikartig. Wie kompliziert auch hier die Dinge liegen, haben die Untersuchungen von Sakai gezeigt. Zwei verschiedene Insektizide können sich in unterschiedlichen Mischungsverhältnissen verstärken oder abschwächen, und beim Hinzutreten weiterer Komponenten sind die vielfältigsten Kombinationen möglich. Insoweit sich diese Verhältnisse bereits einigermaßen überschauen lassen, muß bei der Anwendung von Insektiziden mit folgenden Kombinationswirkungen gerechnet werden:

a) Insektizide mit Synergisten¹²⁾. Beispielsweise sind heute die handelsüblichen Pyrethrumpräparate mit Piperonylbutoxid versetzt, einem als nichttoxisch geltenden Synergisten. Aber während die Pyrethrumwirkstoffe sich rasch völlig zersetzen, ist das als Synergist beigegebene Piperonylbutoxid eine stabile chemische Verbindung, die dann z. B. bei der Kornkäferbehandlung lagernden Getreides mit Pyrethrumpräparaten unverändert übrig bleibt, wenn das Getreide vermahlen bzw. das Mehl zu Brot verbacken wird. Nun hat sich aber erwiesen, daß Piperonylbutoxid

auch auf andere Insektizide wirkungssteigernd wirkt, so daß durch eine Piperonylbutoxidzufuhr mit der Nahrung andere gleichzeitig in Spuren zugeführte Wirkstoffe (oder auch das heute im Körperfett jedes Zivilisationsmenschen in geringen Mengen angereicherte DDT) aktiviert werden können.

b) Insektizide mit anderen Insektiziden. Von verschiedenen Phosphorsäureesterinsektiziden ist bekannt, daß sie sich potenzieren¹³⁾, wenn sie miteinander kombiniert werden. Beispiele für derartige Potenzierungspartner sind die Kombinationen von EPN¹⁴⁾ mit Malathion, Delnav mit Malathion, Guthion mit Trichlorfon. Es sind Potenzierungen bis auf das zehnfache der Toxizität der Einzelkomponenten bekannt geworden. Die damit verbundene Gefahr besteht weniger in den von solchen Kombinationen profitierenden Handelspräparaten als in dem zufälligen Zusammenkommen derartiger Potenzierungspartner-Wirkstoffe im menschlichen Körper, wenn Rückstände beispielsweise von verschiedenen Spritzaktionen oder aus verschieden behandelten Gemüsen mit der Nahrung aufgenommen werden.

c) Insektizide mit anderen Chemikalien. Von manchen Tensiden (Detergentien) wird angegeben, daß sie in Verbindung mit Insektiziden kanzerogen wirkten.

d) Insektizide mit Bakterien. Bei Insektenbekämpfungssaktionen hat sich ergeben, daß subletale Insektiziddosen in Verein mit subletal dosierten Mengen insektenpathogener Bakterienstämme einen vollen Abtötungserfolg bewirken können. Daher muß mit der Möglichkeit gerechnet werden, daß auch im Warmblüterorganismus durch unterschwellige Insektizidmengen die Pathogenität von Krankheitskeimen erhöht werden kann.

e) Metabolite von Insektiziden. Die beim Abbau von Insektiziden im pflanzlichen Organismus entstehenden Umwandlungsprodukte können (nach Schuphan) neue toxische Eigenschaften zeigen. Deshalb kann man die toxische Gefährdung durch ein mit einem bestimmten Insektizid behandeltes Nahrungsmittel nicht allein nach den toxischen Eigenschaften des Ausgangspräparates beurteilen.

f) Modifizierung pflanzlicher Wirkstoffe durch Insektizide. Hier zitiere ich An der Lan (1966:41): „Toxikologisch vollkommen neu ist die Tatsache, daß durch an sich wenig toxische Verbindungen pflanzliche Wirkstoffe so modifiziert werden können, daß sie bei Aufnahme durch den Warmblüterorganismus zu schwersten physiologischen Störungen führen, die sich aber erst in einer der nachfolgenden Generationen bemerkbar machen.“

3. 7 — *Umweltverseuchung durch Insektizide*

In den letzten Jahrzehnten sind persistente Insektizide in derart großem Ausmaße in der ganzen Welt angewandt worden, daß man kaum noch insektizidfreien Substraten in der Natur begegnet. DDT kann 8 Jahre nach seiner Ausbringung noch zu 40% im Erdboden vorhanden sein. DDT ist im Staub der Großstädte vorhanden. DDT ist in Robben, Fischen und Pinguinen in der Antarktis festgestellt worden — also in Gebieten, in denen niemals Schädlingsbekämpfungsmittel angewandt wurden. Im Trinkwasser amerikanischer Städte und in amerikanischen Flüssen sind verschiedene Chlorkohlenwasserstoffinsektizide in Konzentrationen der ppb-Schwelle ¹⁵⁾ festgestellt worden. Konzentrationen von 1 ppb Endrin und Toxaphen sind aber für manche Fische hochgiftig; 1 ppb DDT im Meerwasser — eine in Flußmündungen und Lagunen durchaus reale Möglichkeit — vermag manche Krabben und Garnelen abzutöten. Manche Carbamate können die Eigenschaften des Wassers verändern.

Vielfach hört man, die Schwarzmalerei von Rachel Carson hätte für uns keine Bedeutung, weil die Auswirkungen der Insektizidanwendung in den USA größer seien als in Mitteleuropa. Steiniger hat diese Proportion kürzlich nachgerechnet und kommt zu dem Schluß, das dies jedenfalls für die Gewässerverschmutzung nicht

zutrifft. Vielmehr müßten „die Gefahren für Fische und für Wasservögel bei uns größer sein als in Amerika“.

4. Schwierigkeiten der Toxizitätsprüfung

Bei den vielfältigen Wirkungsmöglichkeiten der chronischen Insektizidtoxizität ist es eigentlich erstaunlich, daß dieser gesamte Komplex bisher nicht gründlicher untersucht worden ist. Wenn wir dabei von der Vorstellung ausgehen, Insektizide müßten hinsichtlich ihres Wirkungsmechanismus genau so sorgfältig erforscht werden wie Arzneimittel, so entspricht das einfach nicht der bisherigen Realität. Zudem kann die Arzneimittelprüfung bisher durchaus nicht für sich in Anspruch zu nehmen, allen Anforderungen gerecht geworden zu sein. Das ist durch die Auswirkungen der Thalidomidanwendung in erschreckendem Maße deutlich geworden. Wie wollen wir die erforderliche Sorgfalt in der Toxizitätsprüfung für Insektizide erwarten, wenn diese Sorgfalt bisher nicht einmal in der Prüfung von Medikamenten gewährleistet war? Das folgende wörtliche Zitat aus Heine & Stüwe ist eigentlich eine Bankrotterklärung der bisherigen Medikamentenprüfung:

„Die pharmazeutische Industrie steht heute vor der ernüchternden Tatsache, daß die üblichen galenischen, chemisch-biochemischen, pharmakologisch-toxikologischen und klinischen Prüfungs-

verfahren keinen absolut sicheren Beweis für die Harmlosigkeit eines Arzneistoffes bieten. Das gilt insbesondere hinsichtlich seltener Nebenwirkungen, wie zum Beispiel des Auftretens foetaler Mißbildungen nach Verabreichung eines Medikamentes in der Frühschwangerschaft. Durch die alarmierenden Ereignisse der letzten Jahre um das Beruhigungs- und Schlafmittel Contergan ist die Erweiterung der Prüfmethode für neue und unter Umständen auch für bereits im Handel befindliche Arzneimittel zu einer zwingenden Notwendigkeit geworden. Um vor künftigen ähnlichen unerwarteten Zwischenfällen gesichert zu sein, sollten Überprüfungen von Medikamenten auf teratogene Nebenwirkungen sich daher zunächst auch auf solche Verbindungen erstrecken, deren chemische Struktur in bezug auf schädigende Effekte zunächst unverständlich erscheint.“

Ich kann mich allerdings schwer davon überzeugen lassen, daß die besonderen Effekte des Thalidomid nicht doch rechtzeitig im Tierversuch erkannt werden hätten können. Führt man nämlich einem Nährboden zur Kultur von *Trypanosoma cruzi* Thalidomid zu, so bemerkt man eine ausgesprochene Entwicklungshemmung des Parasiten, während seine Beweglichkeit und Morphologie nicht beeinflusst werden. Bei Insektiziden bin ich auch der Meinung, daß durch die Heranziehung verschiedener niederer Tierarten als Testobjekt

manche Aufschlüsse über die Toxikologie mindestens als vorläufige Hinweise gewonnen werden können. Es sollte jedenfalls sehr zu denken geben, daß mit DDT, Carbaryl und anderen Insektiziden an gewissen Evertebraten die gleichen histologischen Veränderungen erzeugt werden können, wie mit einigen als kanzerogen nachgewiesenen Stoffen. Bei Phosphorsäureesterverbindungen war von Pharmakologen zunächst angenommen worden, die durch diese Stoffe hervorgerufene Cholinesterasehemmung könne jeweils nur zu reversiblen Störungen führen. Erhebungen der Weltgesundheitsorganisation in Indien erbrachten den Nachweis, daß regelmäßiger Umgang mit diesen Insektiziden schließlich zu irreversiblen Schädigungen der Enzymregulierung im menschlichen Organismus führt.

Letzten Endes gilt also auch für die Insektizidsituation die Erkenntnis, daß wir nicht nur die bisherigen Testmethoden bei weitem nicht in genügendem Umfang angewandt haben, sondern daß neue Testmethoden zusätzlich entwickelt und herangezogen werden müssen. Was Borbély in bezug auf die gesamten Umweltgifte — unter denen ja die Insektizide zweifellos eine sehr maßgebliche Rolle spielen — formuliert, kann ich daher nur voll und ganz unterstreichen (Hervorhebung durch mich):

„Die toxikologische Gesamtsituation der Gegen-

wart ist durch die zahlen- und mengenmäßige Zunahme von biologisch wirksamen Stoffen — potentiellen Giftstoffen — in unserer beruflichen und außerberuflichen Umwelt gekennzeichnet. Es ist äußerst bequem mit Hinweis auf die verlängerte allgemeine Lebenserwartung diese neuzeitliche toxische Gefährdung einfach zu ignorieren... Im ätiologischen Denken ist die Alleinherrschaft der Mikroorganismen nicht mehr aufrechtzuerhalten. Die Erforschung der Krankheits- und Todesursachen muß auch die physikalischen, chemischen und sogar psychischen Umweltfaktoren berücksichtigen. Ich zweifle nicht daran, daß sich durch gezielte retrospektive und prospektive Untersuchungen in der heutigen Umwelt eine Reihe von exogenen chemischen Noxen nachweisen lassen, die unsere Gesundheit und Lebenserwartung maßgeblich beeinflussen. Für solche Untersuchungen genügen unsere vorhandenen Möglichkeiten nicht mehr.“

5. Schlußfolgerungen aus der Erkenntnis der Insektizidgefahren

5. 1 — Verbot bestimmter Wirkstoffe

Nach der Bewährung von DDT und anderen synthetischen Kontaktinsektiziden hat man verschiedene „alte“ Insektizide verboten, von denen die Giftigkeit für den Menschen besonders bekannt

und eindrucksvoll war. Das traf z. B. in manchen Ländern für Arsen- und Thalliumpräparate zu.

Als man die Gefährlichkeit der modernen Insektizide erkannte, hat man teilweise auch hier schon den gleichen Weg beschritten. So hat Neuseeland DDT und (mit geringfügigen Ausnahmen) HCH zur Ektoparasitenbekämpfung bei solchen Haustieren verboten, die zur Schlachtung vorgesehen sind. In der Sowjetunion war schon vor Jahren HCH nicht zur Anwendung in Innenräumen bestimmt und künftig wird DDT überhaupt nicht mehr angewandt. In den USA ist ein Akarizid¹⁶⁾ wieder aus dem Verkehr gezogen worden, als seine kanzerogene Wirkung erkannt worden war.

5. 2 — *Verbreiterung der Palette*

Ein anderer Weg, um der Gefährdung durch Insektizide entgegenzuwirken, ist die Verbreiterung der Auswahl der verfügbaren Insektizide. Dann kann man im Einzelfall auswählen und das jeweils harmloseste Präparat anwenden.

5. 3 — *Strengere Giftschutzbestimmungen*

In Großbritannien waren jedes Jahr 1—2 Todesfälle durch akute Insektizidvergiftungen zu verzeichnen. Nachdem man die Giftschutzbestimmungen erheblich verschärft hatte, kam es zu keinen solchen Unglücksfällen mehr.

5. 4 — *Strengere Kontrollen*

Ein beträchtlicher Prozentsatz der Schadensfälle durch Insektizide ist auf Nachlässigkeiten in der Handhabung zurückzuführen. Dem kann durch vermehrte Kontrollen (auf Einhaltung der Giftschutzbestimmungen und sorgfältige Beachtung der Gebrauchsanweisungen) weitgehend vorgebeugt werden.

5. 5 — *Sorgfältigere Kennzeichnungen*

Die bisherige Praxis bei den Pflanzenschutzmitteln und Schädlingsbekämpfungspräparaten sieht leider so aus, daß man beim Lesen der Aufschriften oft nicht klar erfährt, um welchen Wirkstoff es sich handelt, und daß man ferner den Eindruck erhält, als ob das Präparat „ganz harmlos“ sei. Eine zwar für die Herstellerfirma juristische Rückendeckung sichernde, aber in ganz typischer Weise vernebelnde Formulierung ist „bei vorschriftsmäßiger Anwendung für Mensch und Tier ungefährlich“.

Die U. S. National Pest Control Association hat die Forderung erhoben, daß jeder Behälter, der Insektizide enthält, in seiner Aufschrift die folgenden Angaben enthalten sollte:

- a) Kennzeichnung des Inhalts
- b) Warnung bezüglich des Gefährlichkeitsgrades
- c) Bezeichnung und Konzentration des Wirkstoffes

- d) Allgemeine Vorsichtsmaßregeln im Umgang damit
- e) Erste-Hilfe-Hinweise und ärztliche Behandlung im Falle einer Vergiftung damit
- f) Ein Vermerk, daß dieses Mittel nur für den Schädlingsbekämpfer bestimmt ist
- g) Name, Adresse und Telefonnummer der Herstellerfirma.

5. 6 — *Festlegung von Karenzzeiten*

Bei Überprüfungen der Praxis der Pflanzenschutzmittelanwendung kann man häufig feststellen, daß die vorgeschriebenen Karenzzeiten nicht eingehalten werden. Ein Extrembeispiel in dieser Hinsicht habe ich schon oben (Abschnitt 2) aus der Republik Libanon angeführt. In der DDR ist kürzlich ein weitgefaßtes Merkblatt für Karenzzeiten erschienen.

5. 7 — *Festlegung von Toleranzwerten*

Die Einhaltung bzw. Unterschreitung der Toleranzwerte liefern (so Heinisch 1967) „den erforderlichen Schutz für den gesunden erwachsenen Menschen... Durchaus andere Maßstäbe müssen dagegen bei Kulturen angelegt werden, die zur Herstellung der folgenden Lebensmittel dienen: 1. Säuglings- und Kleinstkindernahrung, 2. Schonkost für Kranke und Rekonvaleszenten und 3. Lebensmittel für Heil- und diätetische Zwecke. Für

alle drei Kategorien wird zumeist generell Rückstandsfreiheit verlangt.“ Um diese Ziele zu erreichen, schlägt Heinisch vor, bei derartigen Kulturen a) auf die Anwendung speicherbarer und persistenter Insektizide völlig zu verzichten; b) chemische Pflanzenschutzmaßnahmen hauptsächlich mit mindertoxischen oder mit extrem unbeständigen Mitteln durchzuführen und dabei doppelte bis dreifache Karenzzeiten anzusetzen; c) verstärkt Pflanzenhygienemaßnahmen statt Insektiziden einzusetzen.

Die Frage der Durchführbarkeit einer solchen Kosttrennung, wie sie Heinisch fordert, sei an dieser Stelle nicht untersucht. Es erhebt sich aber dabei doch die Frage, inwieweit nicht die Heinischschen Forderungen einer Bankrotterklärung der bisherigen Auffassungen über Toleranzwerte gleichkommen! Insoweit Toleranzwerte überhaupt sinnvoll sind, gilt das schließlich nur für Konzentrations-, aber nicht für Kumulations- und Summationsgifte.

5. 8 — Festlegung von MAK-Werten ¹⁷⁾

In einem Vortrag in Prag 1966 hat der Heidelberger Pharmakologe Eichholtz darauf hingewiesen, daß in manchen Fällen die MAK-Werte in der Sowjetunion nur ein Zehntel der entsprechenden Werte in den USA und in der Deutschen Bundesrepublik betragen.

5. 9. — Herabsetzung der Dosierungen

Tschechoslowakische Forstentomologen erzielten mit subletalen Insektiziddosen gute Erfolge, wenn sie gleichzeitig subletale Dosen insektenpathogener Bakterienkulturen aussprühten. Andererseits sind gerade Unterdosierungen von Insektiziden deshalb problematisch, weil sie die Resistenzentstehung gegen diese Insektizide erhöhen könnten (vgl. dazu auch *B r u d n a j a &c.* 1966).

6. Ausblick

Rachel Carson hat ihrem Buch als Motto einen Ausspruch von Albert Schweitzer vorangestellt: „Der Mensch hat die Fähigkeit, vorauszublicken und vorzusorgen, verloren. Er wird am Ende die Erde zerstören.“ Für eine derartige Resignation besteht jedoch keinerlei Veranlassung. Wenn wir die Gefahr erkennen, in die uns die Chemisierung unserer Umwelt gebracht hat, dann haben wir auch den Schlüssel in der Hand, ihr zu begegnen. Mein Anliegen war es allerdings, die vorhandenen Gefahren recht deutlich aufzuzeigen. Ich befinde mich in Übereinstimmung mit Steinigers Auffassung zu dieser Problematik, der folgendes schreibt: „Das Buch von Rachel Carson war notwendig, um den Ernst der Lage darzulegen. Nicht notwendig ist seine Resignation, denn es gibt noch viele Möglichkeiten, alles technisch neu zu schaffen, das jetzt zerstört wird.“

7. Pflanzenschutzprinzipien in der DDR

Als Anhang zu meinen obigen Ausführungen möchte ich noch eine kurze Übersicht über die gegenwärtig entwickelten Grundsätze des Pflanzenschutzes in der DDR vorstellen, aus denen ersichtlich ist, wie wir uns bemühen, sowohl den gesundheitlichen Bedenken gegen die Insektizide wie den volkswirtschaftlichen Erfordernissen Rechnung zu tragen:

7. 1 — Beschränkung auf zugelassene Mittel

Nur amtlich geprüfte und zugelassene Mittel dürfen produziert und verkauft werden. Die Zulassung wird zurückgezogen, wenn ein Mittel nicht mehr genügend wirksam ist, oder wenn sich anderweitige Bedenken gegen seine weitere Verwendung ergeben. Die Zulassungspflicht erstreckt sich sogar auf Baumwachse, Anstreichfarben für Gewächshäuser, Wildverbißmittel.

7. 2 — Beschränkung der zugelassenen Mittel

Gegenüber anderen Ländern haben wir in der DDR die Palette der verfügbaren Pflanzenschutzmittel erheblich eingeschränkt. Das bedeutet keine Einschränkung auf wenige Wirkstoffe, sondern wir sind der Ansicht, daß es genügt, wenn wenige Präparate der gleichen Wirkstoffbasis zur Verfügung stehen. Die auf diese Weise geringere Palette ist dadurch überschaubarer. Der Verbrauch ist

leichter kontrollierbar. Alle Auswirkungsmöglichkeiten sind besser überschaubar¹⁸⁾. Indiskutabel wäre bei uns die Entwicklung von Allzwecksprühdosen (siehe Abschnitt 2 „Universalsprühdosen“) oder Insektenlöschern¹⁹⁾.

7. 3 — *Lenkung des Verkaufs*

Die Verteilung der Pflanzenschutzmittel wird bei uns so organisiert, daß sie in der Regel nicht jedem zugänglich sind, sondern nur an den berechtigten Verbraucher geliefert werden.

7. 4 — *Herabsetzung der Toleranzwerte*

Zur Zeit stützen wir uns in der DDR noch auf die internationalen Gepflogenheiten. Im Zweifelsfalle folgen wir dem sowjetischen Beispiel, da in der Sowjetunion die relativ niedrigsten Toleranzwerte gelten. In der Kindernahrung fordern wir die Nulltoleranz (vgl. Abschnitt 5. 7). Für die Zukunft ist geplant, daß die Toleranzwerte vom Ministerium für Gesundheitswesen festgelegt werden sollen.

Sehr gefördert wird gegenwärtig die Ausarbeitung von Mikromethoden zur Rückstandsanalyse. In der Perspektive ist die Forderung eines Insektizidpasses für Nahrungsmittelimporte geplant. Die Biologische Zentralanstalt in Kleinmachnow hat kürzlich ein umfassendes Merkblatt für Karenzzeiten (von Heinisch & Angermann) herausgebracht.

7. 5 — *Verschärfung der Giftschutzbestimmungen*

Alle mit Arbeitsschutz zusammenhängenden Fragen werden in der DDR ganz besonders beachtet. In der Perspektive besteht die Tendenz, an Insektizide die gleichen strengen (Prüfungs- und andere) Anforderungen zu stellen wie an Arzneimittel. Schon jetzt besteht in der DDR ein toxikologischer Beratungsdienst in mehreren Städten, durch welchen Ärzte bei allenfallsigen akuten Insektizidvergiftungen sofort beraten werden können.

7. 6 — *Hebung des allgemeinen Verantwortungsbewußtseins*

Die gesamte Erziehung der Menschen in der DDR hat die Hebung des Verantwortungsbewußtseins gegenüber der Mitwelt zum Ziel. Infolgedessen lassen sich alle Erkenntnisse über notwendige Vorsichtsmaßnahmen im Umgang mit Insektiziden leichter durchsetzen ²⁰⁾.

7. 7 — *Stärkere Beachtung der Pflanzenhygiene*

Wir können gegenwärtig (noch) nicht auf Insektizide ganz verzichten. Wir suchen deshalb einen goldenen Mittelweg, streben also den sogenannten integrierten Pflanzenschutz an. Dabei stehen jetzt Überlegungen zur Pflanzenhygiene in Form ackerbaulicher Maßnahmen im Vordergrund. Dieses Prinzip hat sich ja schon lange im Waldbau bewährt ²¹⁾. Erwähnenswert sind in diesem Zusam-

menhang auch die großzügigen Meliorationsprogramme (vor allem von Wiesen) in der DDR.

7. 8 — Förderung des Prognose- und Warndienstes

Der Prognose- und Warndienst des DDR-Pflanzenschutzes funktioniert recht gut. Dadurch sind alle Bekämpfungsmaßnahmen vor auszuplanen und lokal differenzierbar. Maikäfervermehrungen sind z. B. ganz abgegrenzt prognostizierbar.

8. Zusammenfassung

Die technische Entwicklung hat uns in den letzten drei Jahrzehnten eine Vielzahl von neuen synthetischen Insektiziden beschert, was im Hinblick auf die Seuchenbekämpfung und landwirtschaftliche Produktionssteigerung einen Segen für die Menschheit bedeutet. Alle diese Insektizide sind aber Gifte auch für den menschlichen Organismus, und den damit verbundenen Toxizitätsproblemen ist bisher bei weitem noch nicht genügend Rechnung getragen worden. Um das richtige Maß der Insektizidanwendung einschätzen und die volkswirtschaftlichen mit den humanitären Belangen abstimmen zu können, fehlen uns noch ausreichende Einblicke in die toxischen Nebenwirkungen vor allem durch die Rückstände der Insektizide in den Nahrungsmitteln sowie heute bereits in unserer gesamten Umwelt. Es war das Anliegen der vorstehenden Ausführungen, gerade auf die negativen

Auswirkungen des Insektizidgebrauchs besonders hinzuweisen, mit dessen vielseitigen Aspekten sich nicht nur die Biologen in Zukunft noch viel intensiver als bisher werden befassen müssen, sondern durch die nicht zuletzt die Toxikologen vor eine Fülle neuer Aufgaben und Verantwortungen gestellt werden. Es besteht allerdings keine zwingende Notwendigkeit zur Resignation, und die am Schluß noch angehängten Pflanzenschutzprinzipien der Deutschen Demokratischen Republik zeigen, daß eine bewußte Pflanzenschutzorganisation schon heute eine Reihe von vernünftigen praktischen Schlußfolgerungen zu ziehen vermag ²²⁾.

9. Literatur ²³⁾

- Amer, S. (1964): Cytological effects of N-Methyl-1-naphthyl carbamate „Sevin“. — Naturwiss. (Berlin + Göttingen + Heidelberg + New York) 51 (20): 494—495.
- An der Lan, H. (1965): [Beiträge in Eichler 1965 J].
- * An der Lan (1966): The present situation of toxicology in the field of crop protection. — Residue Reviews (New York) 15: 31—43. — Dort wichtiges Literaturverzeichnis, u. a. mit weiteren Arbeiten dieses Verfassers.
- Anonymous (1964?): Kennedy-Bericht über den Gebrauch der Pestizide. — Langenburg/Württemberg (Gemeinnützige Ges. Boden u. Gesundheit e. V.).
- Apt, W., & Náquira, C. (1966): Efecto de la Thalidomide sobre el desarrollo en cultivo del *Trypanosoma cruzi*. — Bol. Chil. de Parasitología (Santiago de Chile) 21: 106—108.

- Bernard, R. F., & Gaertner, R. A. (1964): —
New Scientist (402): 281. — Ref. in Naturw. Rdsch.
18: 209.
- Błażejewska, A. (1966): [Pathological changes in
haemocytes of *Blatta orientalis* L. larvae (Blattodea,
Blattidae) under the influence of preparation Aldrin].
— Polskie Pismo Ent. (Wrocław + Warszawa)
B 3—4: 167—.
- Bodenstein, G. (1954): Zur Toxikologie moderner
synthetischer Schädlingsbekämpfungsmittel für die
Vögel. — Orn. Mitt. 6: 153—156.
- Borbély, F. (1966): Toxikologische Aspekte der
heutigen Umwelt. — Vierteljahrsschrift der Natur-
forschenden Gesellschaft in Zürich (Zürich) 111 63/4:
269—279.
- Brudnaja, A., & Tschudinova, A. N., &
Anoskina, N. I. (1966): [The effect of sublethal
doses of toxic chemicals upon pests of crop stock].
— Ent. Obozr. (Moskva + Leningrad) 45: 83—94.
- Carson, R. L. (1962): Der stumme Frühling. — Mün-
chen (Biederstein-Verlag).
- Derbeneva-Uhova, V. P., & Drobozina, V. P.
(1965): The development of DDT resistance in
Protophormia terrae-novae. — WHO-Inf. (Genève)
Vector Control 164.65 24).
- Derbeneva-Uhova, V. P., & Lineva, V. A.,
& Drobozina, V. P. (1966): The development of
DDT-resistance in *Musca domestica* and *Protophor-
mia terraenovae*. — Bull. Wld Hlth Org. 34: 939—952.
- Dési, I., & Farkas, I., & Kemény, T. (1966):
Changes of central nervous function in response to
DDT administration. — Acta physiol. Acad. Sci. Hung.
30: 275—282.
- Döhning, E. (1963): Insektizide Aerosole — zugleich
Luftverbesserung oder Rauchverzehrer? — Seifen
Öle Fette Wachse (Augsburg) 89: 308—309.
- Eichler, Wd. (1953 M): Malariaerfahrungen in
Griechenland. — Riv. Malariol. 31: 109—128.

- Eichler, Wd. (1964 y): Die Zwiespältigkeit der Insektizidanwendung unter besonderer Berücksichtigung der Tropenhygiene und Tropenveterinärhygiene. — Beitr. trop. Landwirtschaft. Tropenvet. (Leipzig) 1964: 101—109.
- Eichler, Wd. (1964): Neue Erkenntnisse und Gesichtspunkte zur Gefährdung des Menschen durch moderne Insektizide. — Vitalstoffe Zivilisationskrankh. (Dachau) 9: 164—170.
- Eichler, Wd. (1964): Rachel Carsons Wanderdrossel-Beispiel und die Bakterieninterferenz der Insektizidwirkung auf Warmblüter. — GesundhWes. u. Desinfektion (Hamburg) 1964 (11).
- * Eichler, Wd. (1965 J): Handbuch der Insektizidkunde. — Berlin (1965). — Dort auch umfassende weitere Literaturhinweise zu allen angeschnittenen Fragen.
- Eichler, Wd. (1965 c): Biologische Gefahren der Chemisierung unserer Umwelt durch Insektizide. — Biol. Rdsch. (Jena) 3: 227—241.
- Eichler, Wd. (1965 q): Gefahrenquellen der Insektizidanwendung. — Z. ärztl. Fortbildung (Jena) 59: 856—859.
- Eichler, Wd., & Franke, E.-R. (1956 D): DDT-HCC-Kleieverfütterung an Schweine. — Arch. exp. Vet. (Leipzig) 9: 595—617.
- Heine, W., & Stüwe, W. (1965): Neue Wege zur Testung von Arzneimitteln auf teratogene Nebenwirkungen — Vergleichende tierexperimentelle Untersuchungen mit Thalidomid und Dormutil. — Medicamentum (Berlin) 6 (1): 5—8.
- Heinisch, E., (1967): Über hygienisch-toxikologisch bedingte Einschränkungen des Pflanzenschutzes in Sonderkulturen zur Kleinstkindernahrung, diätetischer und Schonkost. — Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd. (Berlin) 21: 15—16.
- Heinisch, E., & Angermann, R. (1965): Karenzzeiten und Anwendungsbegrenzungen für Pflanzenschutzmittel zur Vermeidung von unerwünschten

- Rückständen am Erntegut behandelter Pflanzen. — Merkbl. f. d. prakt. Pflanzenschutz (Kleinmachnow) 24.
- Horn, A. v. (1967): Wildtierverluste durch Gift. — Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd. (Stuttgart) 19 (2): 17—21.
- Kennedy, D. (1962): Notes on the legislative control of poisons in New Zealand with particular reference to insecticides. — WHO-Inf. (Genève) Insecticides (132).
- Lineva, V. A. (1962): Change in the susceptibility of the housefly (*Musca domestica* L.) to Chlorophose over a period of five seasons. — J. Hyg. Epid. Microb. Immunol. 6: 271—277.
- McMichael, D. F. (1966): The future of the reef. — Australian Nat. Hist. (Sydney) 15 (8): 269—272.
- Merab, A., & Karam, Z. (1964): Les intoxications par les organo-phosphores. — Beyrouth/Libanon.
- Pickering, Q. H., & Henderson, C. (1966): The acute toxicity of some pesticides to fish. — Ohio Jour. Science (Columbus/Ohio) 66 (5): 508—513.
- Steiniger, F. (1964): Rachel Carson: „Der stumme Frühling“ und das Gesundheitswesen. Einführungsvortrag für ein Podiums-Gespräch. — GesWesen Desinf. (Hamburg) 56: 71—76.
- Symes, C. B., & Thompson, R. C. M., & Busvine, J. R. (1962): Insect control in public health. — Amsterdam (1962).
- Tahori, A. S., & Halevy, A. H. (1965): Phosphon (2,4-dichlorobenzyltributyl phosphonum chloride) as insect antifeeding compound. — Naturwiss. (Berlin + Heidelberg + New York) 52 (8): 191—192.
- Weiser, J. (1959): Transactions of the First International Conference on Insect Pathology and Biological Control Praha, 1958. — Bratislava/ČSSR.
- Winter, H. M. (1966): Beitrag zur Toxikologie der DDT-Wirkstoffe auf Schlangen und Skorpione. — Der Zool. Garten (Berlin und Leipzig) 33 (1/3): 138—142.

Zacher, F. (1960): Neue Untersuchungen über die Wirkung oberflächenaktiver Pulver auf Insekten. — Prakt. Schädlingsbek. (Braunschweig) 12 (5): 55—57 (1960).

Zeumer, H., & Klimmer, O. R. (1964): Rachel Carson: „Silent spring“ — Pflanzenschutz und Volksgesundheit. — Nachrichtenbl. dtsh. Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) 16: 1—5.

A n m e r k u n g e n

1) Unter Karenzzeit verstehen wir die Zeit vor der Ernte, während welcher keine Insektizide mehr auf die Pflanze gebracht werden sollen. Die Karenzzeiten werden für die einzelnen Wirkstoffe unterschiedlich festgesetzt.

2) Unter Systeminsektiziden verstehen wir solche Wirkstoffe, die von der damit besprühten oder gegossenen Pflanze aufgenommen und in ihrem Saftstrom weitertransportiert werden.

3) Der Ausdruck „Insektenlöscher“ ist von mir geprägt worden. Es soll damit die — vom Erfinder ausdrücklich hervorgehobene — Analogie zum Feuerlöscher herausgestellt werden.

4) Gesarol war damals ein reines DDT-Produkt. Heute wird in Wien ein „Gesarol-Gamma“ feilgeboten, dessen Wirkstoff HCH ist.

5) Unter Industrie ist im obigen Zusammenhang die schädlingsbekämpfungsmittelherstellende chemische Industrie zu verstehen.

6) Der Kennedy-Bericht handelt — ebenso wie Carsons Buch — allgemein von Pestiziden, die in dieser Formulierung neben den Insektiziden auch andere Schädlingsbekämpfungsmittel einbegreifen. Da im wesentlichen alle in diesem Zusammenhang für Pestizide formulierten Überlegungen auch für Insektizide zutreffen — weil ja die Insektizide den wesentlichsten Teil der Pestizide ausmachen — brauchte ich

bei meiner heutigen Interpretation zwischen diesen beiden Gruppen nicht immer scharf zu trennen.

7) Unter Toleranzwert. verstehen wir die in einem Erntegut bzw. Nahrungsmittel enthaltene maximal zulässige Konzentration eines Insektizides, damit das betreffende Produkt noch als für den menschlichen Genuß erlaubt gelten kann. Die Toleranzwerte werden für die einzelnen Wirkstoffe unterschiedlich festgesetzt.

8) Die zunehmende Erkenntnis der Toxizitätsproblematik in Verbindung mit Insektiziden hat zur Hervorhebung des Begriffes „persistenter“ Insektizide als solcher Wirkstoffe geführt, die stabile chemische Verbindungen darstellen, welche kaum oder nur sehr schwer abgebaut werden.

9) Manche der mir zur Verfügung stehenden statistischen Angaben beziehen sich allgemein auf Pestizide, nicht speziell auf Insektizide — doch spielen dann im Rahmen der gesamten Pestizide die Insektizide dabei die Hauptrolle (vgl. Anmerkung 6).

10) Streng genommen sind als Pflanzenschutzmittel nur diejenigen insektiziden Präparate zu bezeichnen, die im landwirtschaftlichen Pflanzenschutz zum Einsatz kommen. Es handelt sich dabei zwar vielfach um spezielle, nur für den landwirtschaftlichen Gebrauch bestimmte Präparate, denen aber doch die gleichen Wirkstoffe zugrundeliegen wie den Präparaten zum Vorratsschutz, zur Hygiene-Schädlingsbekämpfung oder zur Ektoparasitenbekämpfung in der Veterinärmedizin.

11) Nach den Befunden von Tahory & Halevy (1965) stehen in gleicher Weise wie Insektizide auch Herbizide im Verdacht einer keimdrüsenschädigenden Wirkung: bei der Dosis eines Wuchsstoffhemmmittels, bei der die auf den damit behandelten Blättern fressenden Insekten sich noch normal entwickelten, pflanzten sie sich schon nicht mehr fort.

12) Als Synergisten bezeichnet man solche Stoffe,

die für sich allein nicht insektizid wirken und deshalb als nichttoxisch gelten, die jedoch die insektizide Wirkung von insektiziden Wirkstoffen erhöhen, wenn sie diesen zugesetzt werden. Die unterschiedlich gute Wirkung verschiedener Handelspräparate mit dem gleichen Wirkstoff ist häufig auf den unterschiedlichen Zusatz solcher Synergisten zurückzuführen (in anderen Fällen auf den Zusatz von Stabilisatoren, die lediglich den Abbau des insektiziden Wirkstoffes verlangsamen).

¹³⁾ Als Potenzierung bezeichnet man die Steigerung der Giftwirkung durch die Kombination zweier insektizider Wirkstoffe, wobei die Gesamttoxizität (der Mischung) also größer ist als die Summe der Einzeltoxizitäten (wenn diese für die beiden Insektizidkomponenten einzeln berechnet werden).

¹⁴⁾ EPN ist Benzolthiophosphonsäure-O-äthyl-O-p-nitrophenylester.

¹⁵⁾ Als Dosierungsangaben für Insektizidrückstände in irgendwelchen Substraten verwendet man die Maßangaben ppm und ppb, wobei ppm „Teile des Wirkstoffs per Million Teile des Substrats bzw. der Gesamtsubstanz“ bedeutet und entsprechend ppb „Teile per Milliarde“ (die amerikanische Billion entspricht der europäischen Milliarde).

¹⁶⁾ Akarizide sind speziell gegen Milben wirkende Stoffe; vielfach sind es die gleichen Wirkstoffe, die auch gegen Insekten wirken, oder es sind doch nahe verwandte Stoffe.

¹⁷⁾ Unter MAK-Werten verstehen wir die maximal zulässigen Arbeitsplatzkonzentrationen — also die erlaubten Höchstgehalte der Luft am Arbeitsplatz bei Fabrikarbeitern in Herstellerbetrieben oder Schädlingsbekämpfern bei der Arbeit usw.

¹⁸⁾ Im Gegensatz zu der Situation in der DDR wird beispielsweise aus Kalifornien berichtet, daß es dort 900 verschiedene Herstellerfirmen gibt, in denen etwa 12000 verschiedene Schädlingsbekämpfungsmittel produziert werden.

19) Vgl. Anmerkung 3.

20) Ein persönliches Erlebnis möge dieses Prinzip verdeutlichen. Als Patient eines Diätsanatoriums hörte ich den Chefarztvortrag über die Schädlichkeit des Rauchens. Danach sagte mir ein älterer Arbeiter: „Das glaube ich nicht. Wenn das Rauchen wirklich so schädlich wäre, hätte es unsere Regierung doch sicher schon längst verboten...“

21) Dort strebt man vor allem die Abkehr von Monokulturen an, doch sind Monokulturen im Waldbau (wo sie vielen Generationen von Schadinsekten die Vermehrung erlauben) anders zu beurteilen als im Feldbau (wo jedes Jahr gewechselt wird und ein Schadinsekt sich deshalb gar nicht extrem vermehren kann).

22) In der Diskussion zu diesem Vortrag wurde von den Vertretern der Österreichischen Bundesanstalt für Pflanzenschutz in Wien dargelegt, daß auch der österreichische Pflanzenschutz in vieler Hinsicht den neuen wissenschaftlichen Erkenntnissen durch zahlreiche Grundsätze Rechnung trägt.

23) Diejenigen Arbeiten, in denen weitere wichtige neuere einschlägige Literatur zitiert ist, sind mit einem Sternchen * ausgezeichnet.

24) Die aus provisorischem Informationsmaterial der WHO entnommenen Quellenangaben werden mit der gebotenen Zurückhaltung angeführt, da es sich noch um keine vollgültigen Publikationen handelt.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse Wien](#)

Jahr/Year: 1967

Band/Volume: [107](#)

Autor(en)/Author(s): Eichler Wolfdietrich

Artikel/Article: [Die augenblickliche Problematik der Insektizidanwendung. 97-136](#)