

## **Physiologische Besonderheiten moderner Pflanzenschutzmittel.\*)**

Von Univ.-Doz. Dr. Hannes A n d e r L a n, Innsbruck.

Vortrag, gehalten am 19. November 1958.

Pflanzenschutzmittel werden hergestellt, um Pflanzen vor tierischen und pflanzlichen Schadorganismen zu schützen, mit Wirkungsarten, die an sich schon physiologische Besonderheiten darstellen. Über diese soll aber hier nicht gesprochen werden. Es sind die bekannten insektiziden, herbiziden und fungiziden Wirkungen der verschiedenen Stoffgruppen.

In unserem speziellen Fall sollen mit physiologischen Besonderheiten jene gemeint sein, die gelegentlich der Anwendung verschiedener Mittel als Nebenwirkungen die Physiologie von Pflanzen, Tieren und Menschen beeinflussen; sie können gleich oder bald nach ihrer Anwendung in Erscheinung treten, unter Umständen auch sehr viel später.

In der Praxis wurde sehr bald festgestellt, daß dieses oder jenes Insektizid von der einen oder

---

\*) Herrn Univ.-Prof. Dr. A. S p e r l i c h zu seinem 80. Geburtstag gewidmet.

anderen Pflanze nicht vertragen wird, daß eine bestimmte Wirkstoffkonzentration — bei Herbiziden besonders wichtig — nicht über- oder unterschritten werden darf, will man den gewünschten Erfolg erzielen. Der Gebrauch aller Pflanzenschutzmittel stellt bezüglich der pflanzlichen und tierischen Physiologie äußerst komplexe Probleme, von denen wir noch weit entfernt sind, sie zu erfassen. Es ist unmöglich, hier auf alle einzugehen, doch sollen die wichtigsten und vor allem die humanhygienisch bedeutungsvollen besprochen werden.

Eine sehr gedrängte Zusammenfassung möge immerhin die Komplexheit dieser Erscheinungen erkennen lassen, die im wesentlichen folgender Art sind: Phytotoxizität und Fragen der Pflanzenverträglichkeit, wobei zu unterscheiden wäre zwischen normal sichtbaren und unsichtbaren Auswirkungen. Zu ersteren gehören Erscheinungen, wie Chlorose, Epinastien, Nekrosen, Blattfall und Änderungen der Keimfähigkeit. Unsichtbare Auswirkungen sind z. B. Veränderungen in der Zusammensetzung des pflanzlichen Eiweißes, des Zellsaftes und Wirkungen auf Plasma und Kern. Auch die allgemeine Aufnahmefähigkeit der Pflanze gehört hieher, inwieweit sie selbst in der Lage ist, über Blätter, Früchte und Wurzeln die einzelnen Mittel aufzunehmen, sie unverändert zu transportieren und zu speichern oder sie nach gewisser Zeit abzubauen. Fragen, die in vielen Fällen, trotz bereits jahrzehntelanger Anwen-

derung der meisten Mittel, auch heute noch umstritten, jedoch von eminenter Bedeutung sind. (Ausführlich behandelt bei Sedlag 1954, Lhoste 1956.)

Hinsichtlich des Warmblüterorganismus liegen die Fragen in einem engeren Bereich. Es dreht sich in erster Linie um die akute Toxizität der einzelnen Stoffe, weiters um chronische und subchronische Toxizität (Anderlan 1957 a, b, 1958), auch darum, ob sie vom Warmblüterorganismus abgebaut und ausgeschieden werden können ohne Schäden zu hinterlassen. Viele unter den in Gebrauch stehenden Mitteln verursachen Gewebsveränderungen in verschiedenen oder bestimmten Organen (hinsichtlich Avertebraten siehe Hopp 1953), vielfach auch dann, wenn die Stoffe abgebaut oder ausgeschieden werden. Bei Warmblüterorganismen wird vorwiegend die Leber geschädigt. Begriffe wie Cumulations- und Summationsgifte spielen hier herein. Ich komme auf sie noch zu sprechen.

Bevor ich auf Einzelheiten eingehe, gebe ich eine Übersicht über die wichtigsten Gruppen moderner Pflanzenschutzmittel. Es sind dies: Insektizide, Herbizide und Fungizide. Bei den Insektiziden müssen wir trennen zwischen chlorierten Kohlenwasserstoffen und Phosphorsäureestern. Wichtigste Vertreter der ersten Gruppe sind: DDT, Methoxychlor, Kelthane, HCH, Chlordan, Toxaphen, Aldrin und Dieldrin. Die wichtigsten Phosphorsäureester umfassen Mittel wie: TEPP, Mintacol, Parathion

oder E 605, Malathion, Chlorthion, Dipterex und dann die systemischen Mittel OMPA, Systox und Metasystox.

Die **Herbizide** sind Stoffe, die gegen unerwünschtes Pflanzenwachstum gerichtet sind und in den meisten Fällen auf Verbindungen der Phenoxyessigsäuren zurückgehen, viele auf Dinitro-orthokresole und Dinitrobutylphenole. Manche unter ihnen werden aber in der Praxis auch zu anderen Zwecken verwendet, so z. B. um besseren Fruchtansatz oder eine frühere Reife zu erzielen. Auch gegen vorzeitigen Fruchtfall finden sie Eingang in die Praxis.

**Fungizide**, und hier meine ich die organischen, sind gegen pilzliche Schadorganismen gerichtet und sind vorwiegend Verbindungen der Thio-carbamate und Thiorame, auf die ich hier aber nicht zu sprechen komme. Eine ausgezeichnete Zusammenstellung über alle in der Praxis üblichen Mittel gibt **H o l z** und **L a n g e** (1958).

Bei der Besprechung der oben angedeuteten physiologischen Besonderheiten moderner Pflanzenschutzmittel werde ich auf einzelne mir wesentlich erscheinende eingehen und zwar beginne ich mit den Herbiziden, da einerseits ihre Einführung in die Praxis gerade durch ungenaue Dosierung zu sehr unliebsamen Überraschungen geführt hat, andererseits diese wieder Anlaß zu sehr bedeutungsvollen wissenschaftlichen Erkenntnissen waren. Innerhalb

der Herbizide sind wir über physiologische Eigenheiten weit besser unterrichtet, als bei Insektiziden oder Fungiziden.

Epinastien, also Verkrümmungen und Stauchungen, aber auch Verbrennungen durch Herbizide führten unter veränderten, experimentell gesteuerten Bedingungen zu sehr bedeutsamen Ergebnissen, die weitgehende Einblicke in biologische Regelungsvorgänge ermöglichten. Arbeiten auf diesem Gebiet führten dazu, Herbizide bestimmter Konstitution direkt als Morphoregulatoren zu bezeichnen (Lins er u. K i e r m a y e r 1958). Nach diesen Autoren handelt es sich um Stoffe, „durch deren experimentelle Anwendung bei Pflanzen man zur Veränderung von Entwicklungsvorgängen gelangt, welche modifikative Veränderungen zur Folge haben, wie sie gemeinhin zur Abgrenzung von Varietäten, Arten oder Gattungen benützt werden“.

Besonders augenfällig sind die Veränderungen bei der Pflanze *Bryophyllum tubiflorum*. Wurden junge Pflänzchen mit einer wässrigen Lösung von 2,4-dichlorphenoxyessigsäurem Natrium behandelt, so traten an Stelle der normalen Keimblätter sog. Becherblätter auf, also etwas völlig Neues. Dabei handelt es sich — wie die genannten Autoren zeigen konnten — nicht etwa um genetisch fixierte Wirkungen, sondern um einen einmaligen Wirkmechanismus, der bei später hervortretenden Anlagen nicht mehr in Erscheinung tritt, vielmehr

besitzen diese wieder normale Prägung. Es ist dies nur eine der möglichen Wirkungen auf die Pflanze. Diese Morphoregulatoren können je nach Stoffart und Anwendungskonzentration zahlreiche Veränderungen an Blättern und Früchten hervorrufen, auch Veränderungen beim Austreiben von Knospen und Blüten bewirken. Anscheinend handelt es sich um Stoffe, die ähnlich wie pflanzeigene Wachstumsstoffe wirken. Wie diese Wirkung im pflanzlichen Organismus zustande kommt, läßt sich heute noch nicht übersehen, doch zeigen die Arbeiten von Linser und seinen Mitarbeitern deutlich, daß die morphogenetische Potenz der Pflanze eine sehr hohe ist. Es ist festzuhalten, daß es sich bei den von diesen Morphoregulatoren induzierten Vorgängen um reversible Prozesse handelt.

Im Zusammenhang mit der eben erwähnten Becherblattbildung bei *Bryophyllum* — diese Becherblätter können auch eine völlig kugelige Gestalt annehmen — ist es nicht uninteressant, auf eine Beziehung zwischen synthetischen Wachstumsstoffen (Herbiziden) und Insektenlarven in Pflanzengallen hinzuweisen. Eine geöffnete Galle schließt sich nämlich nur, wenn die betreffende Larve in der Galle verbleibt. Entfernt man den Gallenerreger, so bleibt die Galle offen, doch kann ihr Schließen durch Einbringen von Herbiziden (z. B. 3,4-Dichlorphenoxyessigsäure) bewirkt werden (M a n d e l 1957)

Andere Wirkungen der Herbizide bleiben irre-

versibel, wie das in der Praxis gewünschte Absterben von unerwünschten Pflanzen, das in vielen Fällen durch einen vom pflanzlichen Organismus nicht mehr kontrollierbaren Zellteilungsrythmus eingeleitet wird.

Diese Stoffe werden aber noch für ganz andere Zwecke verwendet, so z. B. um Obst früher ausreifen zu lassen oder um ein größeres Fruchtvolumen zu erzielen. In manchen Fällen mag ein größeres Volumen der Früchte auf eine durch diese Stoffe bewirkte erhöhte Wasserdurchlässigkeit der Zellen zurückzuführen sein („Orion“ 1955, S. 876). *Bradly* und *Crane* (1955) wiesen bei Aprikosen nach, daß durch ein 2, 4, 5-T-Mittel (Trichlorphenoxyessigsäure) ein um 50% erhöhtes Durchschnittsvolumen erreicht werden kann, dieses aber nicht auf eine Vermehrung von Zellagen zurückzuführen, sondern eine Folge von Endopolyploidie ist. Das Zellvolumen vergrößert sich nur um 57%, hingegen jenes der Kerne um 78%! Andere Herbizide wieder wirken hemmend auf die Kernteilung oder rufen Mitose-Anomalien hervor (*Münch* 1957). Alles Vorgänge, die einen gewaltsamen Eingriff in von Natur aus sich selbst erhaltende und selbst regelnde Systeme darstellen, die dadurch in ihrem Ablauf weitgehend gestört, bzw. verändert werden. Es ist zu überlegen, ob dabei zellphysiologische Prozesse ihren Ausgang nehmen können, die vielleicht auch beim Menschen sich nachteilig auswirken.

Sehr elegant und richtungweisend nicht nur für die Herbizidforschung, sondern für den ganzen Pflanzenschutz ist die von dem Engländer *Wain* ausgearbeitete Methode selektiver Herbizidwirkung, auf die ich andernorts schon einmal eingegangen bin (*Anderson*, 1957). Sie besteht kurz gesagt darin, daß ein sonst für Pflanzen unschädlicher Stoff nur von ganz bestimmten — in der praktischen Anwendung eben jenen, die vernichtet werden sollen — innerhalb ihres arteigenen Stoffwechsels zu toxischen Verbindungen umgebaut wird, somit eine selektive Wirkung erzielt ist.

Unter den *Insektiziden* ist bei der Gruppe der chlorierten Kohlenwasserstoffe eine große Zahl physiologischer Besonderheiten im Sinne von Neben- oder Sekundärwirkungen festgestellt worden, und manche Rückschläge in der Praxis mußten in Kauf genommen werden, bis entsprechende Anwendungsvorschriften ausgearbeitet waren.

Von allen chlorierten Kohlenwasserstoffen ist *DDT* am längsten in Verwendung, daher sind von ihm auch die meisten Nebenwirkungen bekannt. So verursacht es z. B. bei allen kürbisartigen Pflanzen Chlorose, häufig von *Epinastien* begleitet. Wohl die bedeutendste physiologische Besonderheit dieses Wirkstoffes ist seine cumulierende Eigenschaft im Warmblüterorganismus. Es wird hier in so gut wie allen Geweben gespeichert, vorwiegend im Fett-

gewebe, und über Milch ausgeschieden. Eine Anreicherung um ein Vielfaches der in der Milch enthaltenen DDT-Menge ist in Butter und anderen Milchprodukten möglich. Daher dürfen in verschiedenen Ländern (bei uns besteht kein derartiges Verbot) solche Mittel nicht zur Behandlung von Weidetieren verwendet werden, auch nicht in Stalungen.

Der Großteil des DDT-Metabolismus im Insektenkörper ist bekannt. Durch Dechlorierung (bei Fliegen durch die Dehydrochlorinase) wird das DDT zu der nicht mehr toxischen Verbindung DDE (Dichlordiphenyldichloräthylen) abgebaut. Ein geringfügiger Abbau muß allerdings auch im Warmblüterorganismus erfolgen, da im Urin Abbauprodukte des DDT festgestellt werden konnten.

Nicht nur für das DDT, sondern für alle chlorierten Kohlenwasserstoffe eigentümlich ist die Lipoidlöslichkeit dieser Stoffe und ihre neurotrope Wirkung. Eingehende Beschreibungen über die Wirkung dieser Stoffe auf das ZNS bei Säugern und Menschen finden sich bei verschiedenen Autoren (Perkow 1956, Haller 1956). Nach wie vor gilt für das DDT der bereits 1946 von Leary und seinen Mitarbeitern geprägte Satz: „Aus den vorliegenden Untersuchungen geht deutlich hervor, daß DDT ein gefährliches Gift ist, das mit größter Vorsicht behandelt werden muß“ (Leary u. a. 1946). Die für die Praxis — und zwar für

Lebensmittelchemie und Humanhygiene — bedeutungsvollste Eigenschaft des DDT ist seine cumu-lierende Eigenschaft. Wenn auch vom Medical Research Council in Nahrungsmitteln eine Menge von 7 ppm<sup>1)</sup> toleriert wird, so sollte doch dafür ge-sorgt werden, daß Stoffe dieser Art überhaupt nicht in den menschlichen Organismus gelangen, zumal heute die beiden Begriffe Cumulations- und Sum-mationsgift klar vor uns stehen. Es hat sicherlich seinen Grund, wenn bei der internationalen Kon-ferenz der Ernährungsfachleute in Ascona (1957) allgemein die Meinung durchdrang, daß Mittel mit cumulativer und summativer Wirkung in Nahrungs-mitteln überhaupt nicht aufscheinen dürfen, da wir über die cumulativen Eigenschaften des DDT hinaus noch gar nicht wissen, ob nicht auch summative da sind. In Betracht zu ziehen sind solche Überlegun-gen, da durch Untersuchungen erkannt wurde, daß DDT bei Ratten Leberkrebs erzeugt (H u e p e r 1957). Wenn damit auch noch nicht gesagt ist, daß deshalb beim Menschen ebenfalls Leberkrebs auf-tritt, so glaube ich doch, daß es besser ist, derartige Stoffe in Nahrungsmitteln vorsichtshalber über-haupt nicht zuzulassen, auch nicht in den bis heute tolerierten Mengen.

Gelegentlich von Vorträgen und auch in meinen Mitteilungen (1957, 1958) wies ich immer auf die stets gegebenen Möglichkeiten hin, daß Rückstände

---

<sup>1)</sup> 1 ppm = pars per million, entspricht 1 mg pro kg.

von Pflanzenschutzmitteln auf oder in Nahrungstoffen den Weg in unseren Organismus finden. In diesem Zusammenhang sind Untersuchungen schweizerischer Forschungsstellen von größtem Interesse, da ihre Ergebnisse teilweise in diametralem Gegensatz zu Anschauungen aus der Praxis stehen. Man war der Ansicht, daß Spritzbeläge auf Früchten oder Blättern nach mehreren Wochen nicht mehr oder höchstens in Spuren noch vorhanden seien. Sowohl für chlorierte Kohlenwasserstoffe, besonders aber für die zum Teil hochgiftigen Phosphorsäureester wurden daher Karenzzeiten vorgeschrieben, nach denen mehrere Wochen vor der Ernte nicht mehr gespritzt werden durfte. Im allgemeinen betrug diese Zeit vier bis fünf Wochen.

Durch die schweizerischen Untersuchungen hat sich aber herausgestellt (Müller u. a. 1957), daß von chlorierten Kohlenwasserstoffen — zumindest bei DDT — ein sehr wesentlicher Anteil in das Schalengewebe einzudringen vermag. Wenn man nach so langer Anwendungszeit dieses Mittels diesen Fragen noch keine Aufmerksamkeit geschenkt hat, so mag das damit begründet sein, daß man ein Eindringen dieser nicht jonogenen Substanzen in das sehr wasserhaltige Pflanzengewebe nicht für möglich hielt. Sie zeigen aber alle eine sehr große Affinität zu Lipoiden und ebenso zu wachsähnlichen Komponenten von Cuticula und anderen

pflanzlichen Membranen. Auf diesen Überlegungen beruhen wohl die schweizerischen Untersuchungen. Lipide und Wachse sind überall in der Pflanze verteilt, vorwiegend an Blättern, besonders aber an dickschaligen Früchten. Somit ist auch ein weiteres Eindringen in pflanzliches Gewebe möglich. Die Untersuchungen der schweizer Stellen ergaben z. B. bei Valencia-Orangen folgendes: Nach einer DDT-Behandlung wurden in bestimmten Zeiträumen die Fruchtschalen auf DDT-Gehalt geprüft. Dabei zeigte sich, daß nach einem Verlauf mehrerer Wochen der Spritzbelag auf der Frucht nicht verschwunden, sondern ein sehr wesentlicher Anteil eingedrungen war. Es wurden folgende Werte gemessen: Einen Tag nach der Behandlung Spuren. Eine Woche später 1 ppm und nach vier Wochen 20 ppm! Das sind Werte, die zu bedenken geben (siehe Tab. 1)! Es darf also die Praxis nicht damit rechnen, daß DDT-Spritzbeläge nach Wochen nicht mehr vorhanden sind. Im Gegenteil, ein ganz beachtlicher Teil ist eingedrungen. Dieser Anteil ist sehr von der Fruchtart abhängig. Gerade Orangen sind wegen der reichlich vorhandenen ölhaltigen Drüsen für ein Eindringen derartiger Stoffe besonders geeignet. Die amerikanischen Autoren Gunther und Blinn (1955) unterscheiden in diesem Zusammenhang:

- a) „extrasurface residues“: Rückstände an Wachsoberfläche oder Cuticula eines Pflanzenteiles,
- b) „cuticular residues“: Rückstände in der Wachshaut eines Pflanzenteiles eingelagert oder gelöst und
- c) „subcuticular residues“: Rückstände, die in einen Pflanzenteil unter die Cuticula in das Blattgewebe oder Fruchtfleisch eindringen.
- Ähnlich liegen Forschungsergebnisse des agrilkulturchemischen und bodenkundlichen Institutes

Tabelle 1.

Insektizid	Approx. Schalenrückstand in ppm			
	1/2 Tag	1 Tag	1 Woche	1 Monat
pp'-DDT	Spur	Spur	1	20
Parathion	3	4	4	2
Aramit	1/2	1/2	2	1
Dieldrin	1/2	1/2	3	2
Systox	Spur	Spur	0,2	0,2
Schradan	3	7	6	5

Eindringungsgrad von Insektiziden in die Schalen von „gescheuerten“ reifen Valencia-Orangen.  
(Nach Müller u. a. 1957.)

der Universität Göttingen, die sich mit der für die menschliche Ernährung wichtigen Frage befassen, ob moderne Pflanzenschutzmittel von der Pflanze aufgenommen werden. Eine Frage, die trotz lang-

jähriger praktischer Erfahrungen für viele Mittel immer noch umstritten war und es für viele auch heute noch ist. K l o k e (1957) hat die Aufnahmefähigkeit von DDT, HCH und E 605 durch die Pflanze geprüft. Aus seinen Untersuchungen geht hervor, daß die geprüften Stoffe durch die Pflanze aufgenommen und unter Beibehaltung ihrer spezifischen Wirkung transportiert und teilweise gespeichert werden! Diese Tatsachen veranlassen den Verfasser zur Warnung vor derartigen Stoffen; man möge nur solche verwenden, die abgebaut werden oder keine so große Stabilität besitzen. Ich glaube, diese Warnung kann nicht deutlich genug ausgesprochen werden; wir verfügen heute ohnehin über eine Reihe ausgezeichnete Mittel, die keine so hohe Stabilität aufweisen, wie manche chlorierten Kohlenwasserstoffe.

Die Feststellungen K l o k e s, wonach auch HCH von der Pflanze aufgenommen wird, bringen mich dazu, auch über diesen Stoff einiges zu sagen. Es ist merkwürdig, daß durch so viele Jahre hindurch hinsichtlich des HCH Unklarheit herrschte — ob ein Eindringen in den Pflanzenorganismus möglich ist oder nicht, — obwohl schon lange vor K l o k e Arbeiten darauf hinweisen, daß dies der Fall ist (G u n t h a r t, 1945, 1946, 1947, 1949, 1952). Das zuerst hergestellte HCH (Hexachlorcyclohexan) war ein technisches Rohprodukt, ein Gemisch ver-

schiedener Isomeren, im wesentlichen folgender Zusammensetzung:

$\alpha$ -Isomere = Warmblütergift (schwach erregend)

$\beta$ -Isomere = belanglos (indifferent bis schwach lähmend)

$\gamma$ -Isomere = insektizid wirksam (stark erregend)

$\delta$ -Isomere = phytotoxisch (stark lähmend).

Nur die Gamma-Isomere ist insektizid wirksam, aber in dem Isomerengemisch des Rohproduktes nur zu 12—15% vorhanden. Rückblickend läßt sich heute sagen, daß es eine arge Sorglosigkeit war, mit einem solchen Produkt in die Praxis zu gehen, zumal sich bald herausstellte, daß der diesem Präparat eigentümliche moderig-muffige Geruch sich bei Pflanzen geschmacklich bemerkbar machte. War einmal ein Boden gegen Schädlinge mit diesem Mittel behandelt, so teilte sich die erwähnte Eigenschaft auch an die darauf angebauten Pflanzen mit. Ja über Gras konnte sogar Milch muffigen Charakter annehmen. Als es einige Jahre später gelungen war, aus dem Rohprodukt die allein insektizid wirksame Gamma-Isomere zu isolieren — im Handel als Lindan bekannt — war damit ein für den Absatz dieses Stoffes unangenehmer Faktor, die geschmackliche Beeinflussung, ausgeschieden. Für viele mag daher die Frage, ob nun die Gamma-Isomere von der Pflanze noch resorbiert wird, nicht mehr aktuell gewesen sein. Wie die Untersuchungen von Kloke aber zeigen, wird dieser Stoff aufgenommen und

kann somit dem menschlichen Organismus zugeführt werden.

Die physiologischen Wirkungen dieses ebenfalls neurotrophen Stoffes im Warmblüterorganismus sind noch weitgehend ungeklärt. Bei der Isomerenübersicht weiter oben habe ich neben den toxischen Eigenschaften in Klammern die physiologischen Wirkungen auf das ZNS hinzugefügt. Diese Angaben stammen aus einer sehr lesenswerten Arbeit von Mullins (1955). Wie andere chlorierte Kohlenwasserstoffe, so wirkt auch Lindan in erster Linie auf motorische Zentren der unteren Extremitäten. In den letzten Jahren hatte ich selbst Gelegenheit, solche Wirkungen zu verfolgen, die in Zusammenhang mit dem Gebrauch eines Gamma-Mittels eingetreten waren. Vorausschicken muß ich, daß die betreffenden Personen nicht die nötige Vorsicht walten ließen, ihnen allerdings auch kein Vorwurf gemacht werden konnte, da es sich um älteres Verpackungsmaterial handelte, auf dem vermerkt war: „Ungiftig für Menschen und Warmblüter“. Die Leute hatten durch mehrere Wochen mit einem Gamma-Mittel zu tun, das in den Boden eingearbeitet wurde. Eine Woche nach Beendigung der Arbeiten traten bei drei Arbeitern (18- bis 20jährig) Lähmungserscheinungen an den unteren Extremitäten auf, die bei einem nach einiger Zeit zu einer vollständigen Peroneus-Lähmung des rechten Beines führten. Nach längerer ärztlicher Behand-

lung erwiesen sich diese Lähmungserscheinungen als heilbar.

Im Warmblüterorganismus wird HCH unverändert gespeichert, vorwiegend im Fettgewebe — so wie das DDT —, aber auch in anderen Geweben. Der Abbau des HCH erfolgt jedoch leichter und rascher. Gamma-HCH wird verhältnismäßig schnell wieder ausgeschieden (vgl. Perkow 1956). Über die Art des HCH-Metabolismus ist nur wenig bekannt. Auch weiß man noch nichts darüber, wie sich kleine Mengen dieses Stoffes — in Größenordnung der tolerierten Mengen — auf die Dauer für den menschlichen Organismus auswirken. Es hat den Anschein, daß Leberveränderungen dabei auftreten können.

Die im Zusammenhang mit DDT angeführte von Kloke ausgesprochene Warnung vor stabilen Verbindungen im Pflanzenschutz, gilt ebenso für das HCH, bzw. für Zubereitungen mit der Gamma-Isomere. Eine Bodenbegiftung mit HCH z. B. zeigt noch nach vier Jahren eine hohe Toxizität gegenüber Maikäfer-Engerlingen (Richter 1956).

Von den übrigen chlorierten Kohlenwasserstoffen erwähne ich noch Toxaphen, Aldrin und Dieldrin. Toxaphen ist, wie die anderen Stoffe dieser Gruppe, neurotoxisch, doch ist über seinen Verbleib im Organismus bzw. über seinen Abbau noch nichts näheres bekannt. Es nimmt insofern eine Sonderstellung ein, als es in normaler Dosierung bienen-

ungiftig ist. Über eine besondere Anwendung von Toxaphen, die erst in den letzten Jahren bekannt wurde, wird im „Orion“ 1956, S. 226 berichtet: Seit dem Bau eines Umgehungskanales um die Niagara-Fälle konnten Neunaugen in die großen amerikanischen Seen aufsteigen und verringerten den Forellenbestand empfindlich. Ein Fischereiforschungsinstitut, das beauftragt war, der Plage Herr zu werden, prüfte an die 5000 chemische Verbindungen, um solche mit möglichst spezifischer Wirkung gegen Neunaugen zu finden, also ohne andere Fische zu schädigen. Es handelt sich in erster Linie darum, die im Schlamm lebenden Larven zu vernichten. Toxaphen erwies sich als geeignet, nur mußte man es, um es auf den Grund zu bringen, schwerer als Wasser machen, und das gelang durch Karbontetrachlorid. Es wäre interessant zu erfahren, in welchen Mengen Toxaphen dem Wasser zugesetzt wurde. Der Erfolg ist nämlich umso bemerkenswerter, als Toxaphen sonst ein arges Fischgift ist — wie andere chlorierte Kohlenwasserstoffe auch —, das bei Lebiztes in Konzentrationen von 0,1 ppm sowie auch 0,05 ppm schwere Schädigungen hervorruft (A d l u n g 1957).

Aldrin und Dieldrin, zwei nahe verwandte Stoffe, sind physiologisch in humanhygienischer Hinsicht von Bedeutung, da sie ähnliche Besonderheiten zeigen, wie das DDT. Sie sind auch wie dieses von großer Stabilität. Vom Dieldrin ist bekannt (B o n-

n e m a i s o n 1955), daß es drei Jahre nach Ausbringen in den Boden noch in Wurzeln und Knollen nachgewiesen werden konnte. Somit wird es durch Pflanzen aufgenommen und anscheinend auch in ihnen gespeichert. Es würde dies dem entsprechen, was Kloke für andere Stoffe nachgewiesen hat. Eine physiologische Besonderheit des Aldrins im Warmblüterorganismus ist, daß es weitgehend und ziemlich rasch zu Dieldrin umgebaut, dieses aber unverändert gespeichert wird. Es kann dann quantitativ aus Geweben, aber auch aus tierischen Produkten, wie Butter, Fett, Eier, Milch wiedergewonnen werden (nach amerikanischen Autoren, 1956; ref. in: Zentralbl. f. Bacteriol. u. Parasitenkd., Bd. 164, H. 9/12, S. 266).

Bezüglich der physiologischen Wirkungsart ist über beide Stoffe noch wenig bekannt, doch scheinen auch sie neurotoxisch zu wirken. Da beide weitgehende Veränderungen in der Leber zur Folge haben (P e r k o w 1956), anscheinend auch in der Niere, ist vom Standpunkt der Nahrungsmittel- und Humanhygiene zu fordern, daß weder Aldrin noch Dieldrin dem menschlichen Organismus zugeführt werden.

Die in den allerletzten Jahren neu auf den Markt gekommenen chlorierten Kohlenwasserstoffe, wie: Kelthane, Perthane, Rothane, zum Teil mit selektiver Wirkung (akarizid, wie das Kelthane), kann ich nur mit Namen nennen, da über ihre

physiologischen Besonderheiten bzw. Sekundärwirkungen noch kaum etwas bekannt ist.

Damit wende ich mich den Phosphorsäureestern zu. In der Reihenfolge ihrer Entwicklung sind die wichtigsten: Parathion oder E 605, Systox, Metasystox, Malathion und Dipterex. Die Entdeckung und Synthetisierung dieser Stoffklasse — sie ist weitgehend mit dem Namen Schrader von den Farbenfabriken Bayer verbunden — erwies sich als überaus fruchtbar für die gesamte Insektizidforschung, ist auch sicher noch nicht abgeschlossen. Allen gemeinsam ist eine auffallend starke Wirkung gegenüber stechend-saugenden Schädlingen, sodaß eine gewisse Selektivität gegeben ist. Nachteilig ist sicher die hohe Giftigkeit einzelner (E 605, Systox, Metasystox), doch ist bei neueren (Malathion, Dipterex) die Toxizität sehr herabgedrückt. Es mag paradox klingen: Ich bin aber der Meinung, daß schwer giftige Stoffe, wie E 605 und andere, harmlos sind gegenüber manchen chlorierten Kohlenwasserstoffen, die lange Zeit überhaupt als völlig harmlos hingestellt wurden. In dem einen Fall weiß man, daß man es mit giftigen Stoffen zu tun hat, man kann entsprechende Vorkehrungen treffen, sich schützen. Im anderen Fall wurde und wird auch heute noch höchst gleichgültig mit chlorierten Kohlenwasserstoffen umgegangen. Da es sich teilweise um kumulierende Stoffe handelt, befinden wir

uns im Ungewissen, wie unter Umständen eine Spätwirkung aussehen wird.

Eine eigene Gruppe innerhalb der Phosphorsäureester bilden jene der sog. „systemischen“ oder „innertherapeutischen“ Insektizide. Sie werden durch Blätter und Wurzeln in die Pflanze aufgenommen und in ihrem Saftstrom transportiert, also in alle Teile weitergeleitet. Dabei sind zwei Dinge wichtig: Das Eindringen in die Pflanze geht meist sehr schnell vor sich, sodaß nach kurzer Zeit schon keine Rückstände auf Blättern verbleiben; im pflanzlichen Organismus werden sie innerhalb einer bestimmten Zeit (je nach Mitteln sehr verschieden) zu nicht mehr toxischen Gruppen abgebaut.

Über die Wirkungsweise der Phosphorsäureester sind wir besser unterrichtet als über die der chlorierten Kohlenwasserstoffe. Diese Ester sind Fermentgifte, wobei sowohl bei Insekten als auch bei Warmblütern der Hauptangriffspunkt das Nervensystem mit seinem chemischen Übertragungsmechanismus ist. D. h. sie hemmen das Ferment Cholinesterase. Für die Reizleitung im Nerv ist das Acetylcholin maßgebend, das nach Erfüllen seiner Aufgabe von dem genannten Ferment gespalten wird. Kommt es zu einer Blockierung dieses Fermentes (der Cholinesterase), so reichert sich Acetylcholin an, und es treten schwere Reizleitungsstörungen auf. Dies gilt für alle Phosphorsäureester. Bis zu einem gewissen Grad ist diese Blockie-

rung reversibel. Die eben geschilderte Hemmung der Cholinesterase ist aber sicher nur eine Erscheinung. Wahrscheinlich spielen noch andere Fermenthemmungen mit herein.

Da die ersten im Pflanzenschutz angewendeten Phosphorsäureester von hoher Toxizität waren, suchte man nach solchen von geringerer Giftigkeit gegenüber Warmblütern. Derartige Ester wurden in den letzten Jahren synthetisiert, sodaß für die Praxis im Malathion und Dipterex Stoffe von sehr geringer Giftigkeit vorliegen. Dipterex enthält z. B. einen Wirkstoff, der sogar in Form von Syrup oder in Tabletten Rindern eingegeben werden kann, um sie vor Dassel-fliegenlarven zu schützen.

Ich erwähnte vorhin als einen besonderen Vorzug dieser Stoffe, daß sie im pflanzlichen Organismus mehr oder weniger rasch zu nicht mehr toxischen Verbindungen abgebaut werden. Dies ist von großer Bedeutung hinsichtlich des Rückstandproblems bei Nahrungsgütern. Wir haben hier Insektizide vor uns, die ausgezeichnete Wirkung mit wesentlich geringerer Stabilität vereinen. Ich verweise diesbezüglich auf das bei den chlorierten Kohlenwasserstoffen gesagte. Sicher sind noch eine Menge Fragen in physiologischer Hinsicht ungelöst, so z. B. ob nicht auch Abbauprodukte einzelner Phosphorsäureester eine Schädigung im menschlichen Organismus verursachen können. Bei solchen mit einem Nitrophenylrest wäre es immerhin denk-

bar. Andere, nach der Art des Malathions oder Dipterex aufgebaute, sind physiologisch im Warmblüterorganismus sicher am ungefährlichsten. Für Malathion z. B. wurde an Fohlen folgendes nachgewiesen: Die Tiere wurden zweimal im Abstand von zwei Wochen mit einer  $P^{32}$  markierten Malathion-Emulsion besprüht. Ein bis zwei Wochen später wurden alle Organe der geschlachteten Tiere untersucht. Nur in der Haut fanden sich noch 2,7% unverändertes Malathion, in allen übrigen Organen und Geweben nur noch wasserlösliche Abbauprodukte, die in den normalen Phosphorstoffwechsel eingegangen waren.

Es ergeben sich somit bei den Phosphorsäureestern sehr günstige Aspekte bezüglich Rückständen in Pflanzen und Früchten. Ich verweise in diesem Zusammenhang nochmals auf die Tab. 1. Über Pfirsiche liegen Untersuchungen vor, die zeigen, daß drei Wochen nach einer Systoxspritung der noch vorhandene Systoxbetrag auf 0,21 ppm für entkernte Früchte abgesunken ist und somit beträchtlich unter dem tolerierten Wert von 0,75 ppm liegt (Fahey-Hamilton 1957).

Wenn wir die große Gruppe der synthetischen Insektizide in ihrer Gesamtheit betrachten, so ist vom Standpunkt der Lebensmittel- und Humanhygiene für die Zukunft eine klare Linie zu wählen: Wenn schon chemischer Pflanzenschutz, dann mit Mitteln, die nachgewiesen im pflanzlichen Organis-

mus nach einigen Wochen abgebaut oder ausgeschieden sind, also keine hohe Stabilität besitzen und möglichst selektiv arbeiten, um nützliche Glieder unseres Lebensraumes zu schonen. So gesehen, verdienen einzelne Phosphorsäureester sicher den Vorzug vor den meisten chlorierten Kohlenwasserstoffen. Ich unterstütze in jeder Hinsicht die weiter vorn angeführte Warnung Klokes, von Stoffen mit hoher Stabilität abzugehen. Dies um so mehr, da wir heute das Prinzip der kumulativen und summativen Giftwirkung mit Krankheitserscheinungen allgemeiner Art und meist langer Latenzzeit kennen (Druckrey 1954, Truhaut 1957). Ich komme in diesem Zusammenhang nochmals auf das weiter oben bei den chlorierten Kohlenwasserstoffen Gesagte zurück, wonach Stoffe mit kumulativen Eigenschaften nicht in Nahrungsmitteln aufscheinen dürfen. Ist es nicht genug, daß im Tierversuch nachgewiesen wurde, daß DDT bei Ratten Leberkrebs hervorruft! Ob dabei eine kumulative oder summative Wirkung eine Rolle spielt, geht aus der Literatur nicht hervor, ist aber unwesentlich. Ist es denn wirklich nötig, daß zu den vielen heute bekannten krebserregenden Substanzen noch solche aus dem Pflanzenschutzsektor hinzukommen? Man wird mir entgegenhalten: Wer sagt denn, daß auch beim Menschen durch DDT Leberkrebs hervorgerufen wird? Gewiß, das muß nicht der Fall sein, aber die Wahrscheinlichkeit ist groß. Und da es kaum mög-

lich sein wird, experimentell mit DDT beim Menschen Leberkrebsversuche anzustellen, ist es doch besser, danach zu trachten, die im Tierversuch cancerogen erwiesenen Stoffe von Menschen fernzuhalten. Mit dem DDT befinden wir uns heute in einer ähnlichen Situation wie vor 15 bis 20 Jahren mit dem Buttergelb.

Da bei allen derartigen cancerogenen Stoffen mit einer sehr langen Latenzzeit (20—30 Jahre) zu rechnen ist, so ist in erster Linie unsere Jugend gefährdet. Wir haben heute noch keine Ahnung, was es bedeutet, wenn Kleinkinder oder Kinder mit Milch oder Butter DDT in ihren Organismus aufnehmen. Zahlreiche Autoren (u. a. L h o s t e 1956, E i c h h o l t z 1956, 1958, T r u h a u t 1956, 1957, M ü l l e r 1957) weisen immer wieder nach, daß Insektizide auf den verschiedensten Wegen in unsere Nahrungsmittel gelangen können, häufig durch unsachgemäße oder völlig gleichgültige Einstellung derer, die mit solchen Mitteln zu tun haben. Ein Extrem unsachgemäßen Vorgehens bringt E i c h h o l t z (1958): Ein Gärtner verwendete auf der gleichen Salatpflanzung hintereinander Chlordan, Endrin, Dieldrin, DDT, Toxaphen, Malathion, Cryolith, Rotenon bis zu 11 Tagen vor der Ernte!! Wie viele ähnliche Fälle bleiben überhaupt unbekannt?

Inwieweit neben kumulierend wirkenden Insektiziden auch solche mit summativer Wirkung vor-

liegen, steht noch nicht fest. Daß von manchen unter ihnen auch unterhalb der tolerierten Mengen Gewebsschäden gesetzt werden, ist nachgewiesen (B ä r 1956). Es fragt sich dabei lediglich, ob solche Schäden irreversibel sind. Vielleicht geben die Versuche des französischen Forschers L h o s t e (1956) einen Hinweis für eine Summationsgiftwirkung, zumindest einer bestimmten Art.

Nach der D r u c k r e y s c h e n Ansicht (1954) verstehen wir unter einer Summationsgiftwirkung: Das in den Organismus gelangende Gift wird abgebaut oder ausgeschieden, ist nach einer gewissen Zeit überhaupt nicht mehr vorhanden, aber es hat in irgendeinem Gewebe eine nicht mehr gut zu machende (irreversible) Schädigung verursacht. Auch bei kleinsten Mengen treten solche Schädigungen auf. Es gibt also bei derartigen Stoffen keine unschädliche Mindestdosis! Ist einmal eine Schädigung da, und sei sie noch so unwesentlich, so tritt bei neuer Zufuhr gleicher Stoffe eine zusätzliche ein, d. h. die Schädigungen summieren sich. Erst nach längerer Latenzzeit (Jahre bis Jahrzehnte) ergeben sich die Voraussetzungen für Krebs oder Erkrankung anderer Art.

L h o s t e arbeitete mit dem chlorierten Kohlenwasserstoff Heptachlor und untersuchte dessen Wirkung auf das ZNS von Insekten (*Blabera fusca*). Es ergaben sich dabei folgende interessante Tatsachen: Das Heptachlor zeigt eine auffallende

Affinität zu ganz bestimmten Gehirnbezirken, nämlich zu den Globuli-Neuronen der Corpora pedunculata. L h o s t e sagt darüber wörtlich: „Nous croyons pouvoir conclure que l'heptachlore agit électivement sur les globuli“. Die Kerne verlieren ihre normale Struktur, das Volumen verkleinert sich, und die chromatische Substanz verklumpt sich zu Schollen. Eine derart geschädigte Nervenzelle hat irreversibel ihre Funktion verloren. Außerdem ist wichtig, daß die Anzahl der geschädigten Kerne von der Menge des in diese Gehirnpartie eingedrungenen Giftes abzuhängen scheint. Zunächst werden bei sehr kleinen Giftmengen die peripher liegenden Neuronen geschädigt, bei weiterer Zufuhr und weiterem Vordringen des Giftes die zentraler liegenden. Sehr viel später erst werden auch andere Gehirnpartien in Mitleidenschaft gezogen.

Das heißt also: Bei sehr kleinen Mengen dieses Stoffes werden nur einzelne Neuronen erfaßt und irreversibel geschädigt. Bei weiterer Giftzufuhr summiert sich die Zahl der geschädigten Neuronen, sodaß wir eine Summationswirkung vor uns haben, die sich von der von Druckrey beschriebenen dadurch unterscheidet, daß keine Voraussetzung für eine später sich einstellende Erkrankung gegeben ist, sondern die Summierung der geschädigten Neuronen zu Ausfallserscheinungen entsprechend der geschädigten Region des ZNS führt. Diese Art der Summationswirkung muß aus cytologischen Gründen

auf das Nervensystem beschränkt bleiben, da Neuronen Zellelemente des Nervensystems sind, die keine Teilungsfähigkeit besitzen. Bei der Druckreyschen Summationsgiftwirkung ist das schädigende Agens nicht mehr da, auch nicht mehr nötig, weil die irreversibel verloren gegangenen Eigenschaften der Zellen sich weiter „vererben“ (Druckrey 1954). Der hier geschilderte Vorgang, die Schädigung einzelner Neuronen (vielleicht könnte man von einer neuronosummativen Wirkung sprechen), setzt voraus, daß das schädigende Agens weiter wirkt, bzw. weiter zugeführt wird.

Die zweite wichtige Feststellung nach Lhoste ist jene einer gewissen Selektivität des Heptachlors. Es steht nichts im Wege, diese Feststellungen auf höhere Organismen zu übertragen. Es ist bekannt, daß chlorierte Kohlenwasserstoffe ganz allgemein bei Warmblütern vorzugsweise motorische Zentren der unteren Extremitäten beeinflussen, also auch hier eine gewisse Selektivität gegeben ist. Bei höheren Organismen wird es nur auf große Schwierigkeiten stoßen, neurohistologisch die entsprechenden Zusammenhänge aufzuspüren. Denkbar wäre es, daß kleine Mengen derartiger Stoffe bestimmte Neuronen und bei weiterer Zufuhr auch bestimmte Zentren in ihrer Funktion stören, oder sie gar blockieren, somit Ausfallerscheinungen die Folge sind. Ein großes aber nicht leicht zu bearbeitendes Feld für künftige Forschungen.

Seitdem wir zwischen Konzentrations-, Kumulations- und Summationsgiften unterscheiden, muß sich uns die Frage aufdrängen, ob es überhaupt eine dem Menschen ungefährliche Dosis moderner Pflanzenschutzmittel gibt (A n d e r L a n 1958) und wie weit uns mit der Festlegung tolerierter Mengen in Nahrungsmitteln geholfen ist. Summationsgiftwirkungen sind bei Pflanzenschutzmitteln noch nicht bekannt geworden (vielleicht die Leberkrebswirkung des DDT bei Ratten), wohl aber cumulative, wie bei DDT, HCH und Dieldrin. Ich betone nochmals: Solche Stoffe dürfen auch nicht in Spuren in unseren Lebensmitteln aufscheinen.

Ein erster Schritt in dieser Richtung, der von großer Aufgeschlossenheit zeugt, wurde von zuständigen Regierungsstellen in Canada gegangen (näheres bei E i c h h o l t z 1958, S. 63). Die Insektizide werden dort in mehrere Gruppen eingeteilt, bei harmlosen beginnend bis zu solchen von hoher Giftigkeit. Einzelne, für die Toleranzwerte aufgestellt wurden, sind in Listen zusammengefaßt. Insektizide, die darin nicht enthalten sind, für die also keine Toleranzwerte aufgestellt wurden, dürfen nicht einmal in Spuren in Lebensmitteln auftreten. Dazu gehört auch das DDT! Ein sehr beachtlicher und sehr begrüßenswerter Schritt.

Die Synthetisierung neuer Pflanzenschutzmittel erfolgt mit unglaublicher Schnelligkeit. Durchschnittlich werden pro Woche in Deutschland

fünf neue Mittel patentamtlich angemeldet! Die Erprobung dieser Mittel auf insektizide, herbizide und fungizide Wirkung läuft ebenfalls schnell und ebenso die Bestimmung der Toxizitätswerte. Inwieweit aber eine chronische oder subchronische Toxizitätswirkung möglich ist, läßt sich niemals in gleicher Schnelligkeit ermitteln. Die entsprechenden histologischen und physiologischen Erprobungen bzw. Forschungen beanspruchen lange, unter Umständen sehr lange Zeiträume und können daher mit der chemischen Erzeugung nie Schritt halten. So kam es und kommt es, daß Stoffe in die Praxis gelangen, von denen wesentlich später erst der Wirkungsmechanismus, ihr Verhalten im pflanzlichen und tierischen Organismus und damit ihre physiologischen Eigentümlichkeiten bekannt werden.

Von dem Bestreben geleitet, möglichst rasch von Pflanzenschutzmitteln zu erfahren, ob und in welcher Form gewebliche Schäden bei den einzelnen Mitteln zu erwarten sind, habe ich an unserem Institut — teils in Zusammenarbeit mit Dissertanten — diesbezügliche Versuche bei Avertebraten (Planarien) begonnen. Über diese Versuche soll andernorts eingehend berichtet werden, da es hier zu weit führen würde, auf alle bisherigen Ergebnisse einzugehen.

Die bisher im Zusammenhang mit Pflanzenschutzmitteln untersuchten Süßwassertiere sind für histologische Untersuchungen nicht oder nur in ge-

ringem Maße geeignet. Man hatte gar nicht die Absicht, gewebliche Studien durchzuführen, sondern wollte Testorganismen für den Nachweis von Insektizidspuren finden, für die man in Mückenlarven und manchen Kleinkrebsen brauchbare Tiere fand. Für Gewebestudien sind aber solche Organismen untauglich, da sie über kein Parenchym verfügen.

Warum ich gerade Planarien für derartige Versuche nehme, hat folgenden Grund: einerseits sind sie leicht zu halten, daher auch in allen Ländern für verschiedenste wissenschaftliche Untersuchungen viel verwendete Tiere. Andererseits sind sie ausgesprochene Parenchymtiere, also mit viel Körpergewebe, zum Teil mit klarer Differenzierung in bestimmte Gewebsarten, was für physiologische Untersuchungen, vor allem zur Feststellung von Affinitäten zu bestimmten Gewebsarten, von Bedeutung ist. Man wird mir entgegenhalten: Kann man denn an so niederen Avertebraten gewonnene Ergebnisse überhaupt auf höhere Organismen, auch auf Wirbeltiere übertragen? Dazu möchte ich folgendes sagen: Nicht nur Insektizide, auch sehr viele andere Stoffe werden in Laboratorien bei Gewebekulturen getestet und aus den Ergebnissen werden Rückschlüsse auf die Auswirkung bei höheren Organismen, auch beim Menschen, gezogen. Planarien sind aber weit höher organisiert als eine Gewebekultur. Auch wissen wir, daß z. B. chlorierte Kohlenwasserstoffe nicht nur bei Insekten neurotoxisch

wirken, sondern genau so bei Warmblütern. Diese spezifisch neurotoxische Wirkung läßt sich heute von Planarien über Insekten, Warmblüter bis zum Menschen verfolgen, wie unsere Versuche gezeigt haben. Es ist also durchaus möglich, durch Versuche an diesen Tieren zu Ergebnissen zu gelangen — vor allem, glaube ich, in histophysiologischer Hinsicht —, die Rückschlüsse auf eine Auswirkung bei höheren Organismen, auch bei Warmblütern zulassen. Besonders wertvoll ist, daß Untersuchungsergebnisse bei diesen Tieren verhältnismäßig rasch zu erzielen sind.

Zunächst wurde die toxikologische Wirkung gebräuchlicher Pflanzenschutzmittel auf Planarien untersucht. Die Ergebnisse sind in der Dissertation des Herrn Rainer G ö t z veröffentlicht. Ich nehme nur das eine vorweg; daß nämlich die Toxizitätsreihung, wie wir sie von Warmblütern her kennen, nicht in gleicher Weise auf Planarien zu übertragen ist. Das ist nicht verwunderlich, da wir bei anderen Süßwasserorganismen auf ähnliche Angaben stoßen. So zeigen z. B. manche Phosphorsäureester eine geringere Fischgiftigkeit als chlorierte Kohlenwasserstoffe (A d l u n g 1957).

Was mich persönlich interessiert, ist die histologische Auswirkung der verschiedenen Mittel, bzw. ob eine Affinität zu bestimmten Geweben feststellbar ist. Allgemein kann gesagt werden, ich erwähnte es eben, daß chlorierte Kohlenwasserstoffe

auch bei Planarien eine neurotoxische Wirkung haben, wie aus dem Gehen der Tiere hervorgeht. Bei längerer Einwirkung dieser Stoffe — nach Mittel und Konzentration zeitlich außerordentlich verschieden — treten Auflösungserscheinungen am Vorderende ein, die allmählich caudal weiterschreiten. Es hat den Anschein, daß diese Stoffe, auf Grund ihrer Lipophilie, gerade an dem mit Nervenendigungen besonders reich versorgten Vorderende zuerst in den Organismus eindringen können. Damit in Zusammenhang stehen histologische Veränderungen der verschiedensten Art. Am Epithel des Vorderendes treten Quellungs- und Streckungsvorgänge auf, sodaß dort drei bis viermal höhere Epithelzellen als normal auftreten. Zur selben Zeit verändert sich auch die Basalmembran, die eine vakuolisiert-wabige Struktur annimmt, dadurch ein Vielfaches an Höhe erreicht.

Interessant ist die starke Affinität eines bestimmten chlorierten Kohlenwasserstoffes zum Nervengewebe. Es stellt sich sowohl im Gehirn, wie in den Längs- und Quernervenstämmen und abgehenden Ästen eine so starke Vakuolisierung ein, daß von einer homogenen Struktur der sog. Punktsubstanz nichts mehr zu sehen ist. Außerdem treten histologische Bilder am Vorderende auf, besonders im Bereich des Hautmuskelschlauches und des Parenchyms, die an maligne Prozesse erinnern. Es scheinen starke Verlagerungsbewegungen innerhalb

dieser Gewebe vor sich zu gehen, die so intensiven Charakter annehmen, daß an der Peripherie, gegenüber dem umgebenden Medium, Zellen und Zellgruppen abgestoßen werden, vereinzelt aber auch Neubildungen auftreten<sup>1)</sup>).

Die Untersuchungen laufen noch, eröffnen aber jetzt schon einige interessante Einblicke. Hinsichtlich histophysiologischer Auswirkungen von Insektiziden — auch anderer chemischer Stoffe — im Bereich des Integuments bei Wirbeltieren hat K u h n (1957) mit seinen Versuchen Ergebnisse erzielt, die die Gefährlichkeit vieler heute üblicher Pflanzenschutzmittel deutlich machen.

Es wäre zu wünschen, daß eine histologische Testmethode es ermöglicht, die gebräuchlichen und neu in den Handel kommenden Präparate auf ihre gewebeschädigende Wirkung zu überprüfen. Vielleicht eröffnen unsere Versuche einen brauchbaren Weg.

### *Literaturverzeichnis.*

- Adlung, K. G. u. Müller-Bastgen, G. 1957; Weitere Ergebnisse über die Toxizität von Pflanzenschutzmitteln auf Fische. *Aquaristik*, 3, H. 7.
- Adlung, K. G., Bodenstern, G., Müller-Bastgen G. und Kauth H. 1957; Über die Toxizität einiger Pflanzenschutzmittel für Fische. *Aquaristik*, 3, H. 44.

---

<sup>1)</sup> Die in diesem Zusammenhang gezeigten Mikrophotos können hier aus technischen Gründen nicht gebracht werden.

- Adlung, K. G. und Müller-Bastgen, G. 1957; Weitere Ergebnisse über die Toxizität von Pflanzenschutzmitteln auf Fische. *Aquaristik*, 3, H. 88.
- An der Lan, H. 1957; Möglichkeiten und Gefahren der modernen Schädlingsbekämpfung. *Der praktische Schädlingsbekämpfer*, Jahrg. 9, H. 2.
- 1957; Moderne Schädlingsbekämpfungsmittel und ihre Gefahren. *Naturwiss. Rundschau*, Jahrg. 10, H. 12.
- 1958; Gibt es für den Menschen eine ungefährliche Dosis moderner Pflanzenschutzmittel? *Der praktische Schädlingsbekämpfer*, Jahrg. 10, H. 12.
- Bär, F. 1956; Hygienische Forderungen im Pflanzenschutz. *Mitt. Biol. Bundesanst. f. Land- u. Forstwirtsch.*, Berlin-Dahlem, H. 85.
- Bonnemaison, L. 1955; Divers méthodes de protection des cultures contre les taupins. *Ann. Inst. Nat. Rech. agron., Sér. C*, 6.
- Druckrey, H. 1954; Beiträge zum Mechanismus der Carcinogenese. *Acta Union Intern. contre le cancer*. Vol. X, No. 3.
- Eichholtz, Fr. 1956; Die toxische Gesamtsituation auf dem Gebiet der menschlichen Ernährung. Berlin-Göttingen-Heidelberg. Springer.
- 1958; Vom Streit der Gelehrten. Dem deutschen Arzt und dem deutschen Konsumenten. Vlg. Braun, Karlsruhe.
- Eichler, W. D. 1954; Insektizide heutzutage. VEB-Verlag, Berlin.
- Fahey, J. E. and Hamilton, D. W. 1957; Demeton Residues in Peaches. *Journ. of Ec. Ent.* 50. Ref. in: *Pflanzenschutzber.* Bd. XXI, 1958, H. 1/2.
- Gunthart, E. 1945; *Mitt. Schweiz. Ent. Gesellschaft*, 19.
- 1946; 1er Cong. Int. *Phytopharmacie*. Heverle 305—315.
- 1947; Die Bekämpfung der Engerlinge mit H.C.H. Präparaten. *Mitt. Schweiz. Ent. Gesellschaft*, 20.
- 1949; *Mitt. Schweiz. Ent. Gesellschaft*, 22.

- Gunthart, E. et Bernet R. 1952; Le comportement de l'hexachlorocyclohexane dans le sol. C. R. du IIIe Congrès Int. Phytopharmacie, Paris.
- Gunther, F. A. and R. C. Blinn 1955; Analysis of insecticides and acaricides. Chemical Analysis Vol. 6. Interscience Publishers, New York-London.
- Haller, W. v. 1956; Vergiftung durch Schutzmittel. Hippokrates Vlg.
- Holz, W. und Lange B. 1958; Fortschritte in der chemischen Schädlingsbekämpfung. Vlg. „Praxis u. Forschg.“, Oldenburg.
- Hopp, H. H. 1953; Histologische Veränderungen in den Organen der Kleiderlaus (*Pediculus vestimenti* N.) unter der Einwirkung von Insektiziden. Zool. Jahrb. Abt. Allg. Zoologie u. Physiol. d. Tiere. Bd. 64, H. 3.
- Hueper, W. C. 1957; Newer Developments in Occupational and Environmental Cancer. A. M. A. Arch. of Internal Medicine, Vol. 100.
- Kloke, A. 1957; Untersuchungen über die Aufnahme organischer Kontaktinsektizide und bakterizider Verbindungen durch die Pflanze. Z. Acker- u. Pflanzenbau, 103.
- Kuhn, O. 1957; Selektive Wirkung verschiedener Stoffgruppen auf tierische Gewebe. Forschungsber. d. Wirtschafts- u. Verkehrsminist. Nordrhein-Westfalen, Nr. 429.
- Leary, J. C., Fishbein, W. J., Salter, L. C. 1946; DDT and the insect problem. New York-London.
- Linser, H., Kiermayer O. 1958; Pflanzliche Formbildung experimentell gesteuert. Naturwiss. Rundsch. Jahrg. 11, H. 2.
- Lhoste, J. 1956; Les traitements insecticides et leur incidence secondaire sur la physiologie des plantes et des animaux. Journ. d'agricult. tropicale et de botanique appliquée. T. III No. 5—6.
- Lhoste, J. et Roche, A. 1956; Action de l'Heptachlore sur les ganglions cérébroïdes de la blatte *Blabera*

- fusca Br. Arch. d'anat. microscopique et de morphologie expérimentale, T. 45, No. 4.
- Mandl, L. 1957; Wachstum von Pflanzengallen durch synthetische Wuchsstoffe. Österr. bot. Z. 104.
- Müller, R., Ernst, G. u. Schoch, H. 1957; Der Nachweis von Insektizidrückständen auf Pflanzenmaterial (Gemüse und Früchte) und die Trennung einzelner Schädlingsbekämpfungsmittel mit Hilfe der Papierchromatographie. Mitt. a. d. Gebiete d. Lebensmittelunters. u. Hygiene, Bern, Bd. 48, H. 3.
- Mullins, L. J. 1955; Structure-toxicity in hexachlorocyclohexane isomers. Science 122.
- „Orion“ 1955; Wirkung der Wuchsstoffe für die höheren Pflanzen, S. 876. DK 581. 143. 22.
- „Orion“ 1956; S. 266. Zur Rettung der Forelle. DK 639. 211. 3. 04 (7).
- Perkow, W. 1956; Die Insektizide, Chemie, Wirkungsweise und Toxizität. Dr. A. Hüttig Vlg., Heidelberg.
- Richter, G. 1956; Untersuchungen über die Stabilität von Hexapräparaten in verschiedenen Böden, im Hinblick auf die Engerlingsbekämpfung. Nachrichtenbl. d. Deutsch. Pflanzenschutzd. (Berlin) 10.
- Sedlag, U. 1954; Beiträge zur Frage der phytotoxischen Wirkungen von Pflanzenschutzmitteln. Insektizide heutzutage v. W. Eichler. VEB-Vlg. Berlin.
- Souci, S. W. 1957; Die Behandlung von Lebensmitteln mit fremden Zusatzstoffen. Münchener Mediz. Wochenschr., Jahrg. 99, Nr. 43.
- Truhaut, R. et Viel, G. 1956; Sur la prévention des risques de nocivité pouvant provenir de la présence de résidues de pesticides dans les aliments végétaux. Phytatrie — Phytopharmacie No. 3.
- Truhaut, R. 1957; Les risques de cancérisation pouvant résulter de la présence de substances étrangères dans les aliments. Acta Union intern. contre le cancer, Vol. XIII, No. 2.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://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: 1959

Band/Volume: [99](#)

Autor(en)/Author(s): An der Lan Hannes

Artikel/Article: [Physiologische Besonderheiten moderner Pflanzenschutzmittel. 29-65](#)