

## Auswirkung und Probleme der Gewässerverunreinigung durch Pflanzenschutzmittel

H. AN DER LAN

Die Grundlage für die Existenz jeglichen Lebens ist Wasser. Selbst die wichtigsten Grundnahrungsstoffe können für eine gewisse Zeit entbehrt werden, nicht aber Wasser. Es ist das wichtigste Bindeglied zwischen anorganischer und organischer Welt. Reines Wasser allein kommt nicht vor, stets enthält es die verschiedensten Stoffe gelöst, im Meer eine Vielzahl, im Süßwasser wesentlich weniger.

Es ist bekannt, daß das Wasser der Erdoberfläche einem steten Kreislauf unterworfen ist. Meere, Seen und Flüsse stellen eine Einheit dar, bilden ein Kontinuum, von dem am Festland nur ein kleiner Teil sichtbar ist, der über das Grundwasser und über eine Mischungszone mit den Ozeanen in direkter Verbindung steht.

Es ist eigenartig: Die menschliche Gesellschaft hat eine Vielzahl von hygienischen Vorschriften erlassen, um das Einzelindividuum und damit die gesamte Bevölkerung zu schützen. An eine ebenso notwendige Hygiene ihrer eigenen Umwelt denkt sie nicht. Man kann sich des Eindrucks nicht erwehren, daß der Mensch die Fähigkeit noch nicht erreicht hat, vorausblickend über die Hygiene seiner Umgebung nachzudenken und danach zu handeln. Sonst wäre es nicht denkbar, daß er einen der kostbarsten und wichtigsten Grundstoffe seiner Existenz derart vernachlässigt. In manchen Gegenden Europas ist die Belastung des Wassers mit den verschiedensten Stoffen eine so hohe, daß reines genußfähiges Wasser nicht mehr zur Verfügung steht. Der Gesamtkomplex an Problemen, der sich mit der Gewässerverunreinigung ergibt, kann vorerst nur mit einem großen Fragezeichen versehen werden. Die Verunreinigung der Gewässer mit Pflanzenschutzmitteln ist davon nur ein kleineres, aber nicht minder wichtiges Gebiet. In gleicher Weise äußern sich SCHUPHAN (1963 a), WELLENSTEIN (1964) und BUHSE (1965), letzterer verweist besonders eindringlich auf die Möglichkeit der Gewässerverunreinigung durch Pflanzenschutzmittel.

Die Forderung vieler Autoren (im europäischen Raum: KLIMMER 1957, SOUCI 1957, EICHHOLTZ 1959, AN DER LAN 1963, 1964, 1966, SCHUPHAN 1963, 1965, WELLENSTEIN 1964), von stabilen chemischen Verbindungen im Pflanzenschutz abzugehen, gilt für das Wasser genau so, wie für den Boden mit seiner Pflanzenwelt. PARACELUS hat weitschauend die Sachlage richtig erkannt, wenn er sagt: „Wir werden nicht nur geboren von unserer Mutter, sondern gleicherweise durch unsere Mutter Erde, die mit jedem Mundvoll Nahrung täglich Einzug in uns hält“ Boden und Wasser sind eine Einheit, von der die menschliche Zukunft abhängt. Zerstören wir diese Einheit, wird auch die Zukunft des Menschen in Frage gestellt. Ähnlich äußert sich KRESSER (1966), wenn er in seiner Inaugurationsrede sagt: „Die Sünden gegen das Wasser rächen sich täglich mehr; es fehlt uns dort, wo wir es am dringendsten brauchen, es straft uns mit Epidemien, weil es nicht rein gehalten wird, es lehrt uns, daß es wie die Gesundheit der größte Schatz ist, dessen Wertes man sich erst bewußt wird, wenn man ihn verloren hat.“ Im Jahre 1960 hat der bekannte amerikanische Krebsforscher HUEPER (1960) den bedeutungsvollen Gedanken ausgesprochen: Die Gefahr, daß der Genuß von verunreinigtem Trinkwasser Krebsfälle zur Folge hat, wird in absehbarer Zeit erheblich zunehmen.

Unwissenheit und Gedankenlosigkeit über die möglichen Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf die Lebewelt der Gewässer hat in zahlreichen Fällen zu schwersten Störungen in stehenden und fließenden Gewässern geführt. Bei großflächiger Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln, vor allem vom Flugzeug aus, ist es gar nicht anders möglich, als daß diese Mittel in Gewässer gelangen. In sehr vielen Fällen werden bewußt solche Mittel eingebracht, um z. B. bestimmte Krankheitserreger, lästige Insekten oder unerwünschten Pflanzenwuchs zu vernichten. Aus der Fülle der Beispiele seien einige eindrucksvolle angeführt.

Eine in Canada gegen einen Forstschädling durchgeführte großflächige Behandlung der Wälder hatte zur Folge, daß in den zugehörigen Bächen und Flüssen der gesamte Forellenbestand vernichtet wurde. Man schätzte damals die Zahl der vernichteten Fische auf 800.000 Exemplare (Bull. Union Intern. p.l. Conservation d.l. Nature 1956). Aus der Literatur ist nicht zu entnehmen, ob man bei dieser Bekämpfungsaktion das Fischsterben mit in Rechnung gestellt hat. Auch ist nicht angegeben, wie viele andere Tierarten dabei vernichtet wurden.

In einem anderen Fall wurden Insektizide absichtlich in Gewässer eingebracht. Es handelte sich um ein System von ausgedehnten Wassergräben mit langsam fließendem Wasser, wo zahlreiche Mücken brüteten. Wegen der weitläufigen Ausdehnung des Grabensystems entschloß man sich zur Aus-

bringung des Mittels (Dieldrin) vom Flugzeug aus. Diese Bekämpfungsaktion erfolgte Ende der fünfziger Jahre in Florida und wurde von Anfang an genau kontrolliert. Schon wenige Minuten nach dem Auftreffen des Mittels auf die Wasseroberfläche, setzte das Sterben von Fischen ein. In dem besprühten Bereich lebten ca. 1 Million Exemplare, die 30 verschiedenen Fischarten zugehörten. Die Abtötung des Fischbestandes war restlos. Erst nach 4—5 Monaten setzte sehr zögernd eine nur teilweise Neubesiedlung ein (DURVARD, nach Schweizer Fischereizeitung, Jahrg. 68, 1960, S. 11).

In Britisch Columbien mußten Bekämpfungsmaßnahmen in einem Forst durchgeführt werden. Es war bekannt, daß in den zugehörigen Flüssen starke Lachswanderungen stattfinden, weshalb man alle Vorkehrungen traf, damit das Gift nicht in die Flüsse gelange. Trotzdem wurde in einem einzigen der Flüsse die Nachkommenschaft von rund 40.000 Lachsen fast vollkommen vernichtet (CROUTER 1959). KERSVILL (1958) schilderte ähnlich gelagerte Fälle.

Ein sehr aufschlußreicher Bericht liegt von BURDEN (1956) vor. Im Gebiet von Khartum am Nil wollte man mit einem DDT-Präparat im Wasser lebende Insektenlarven (*Simulium*-Arten) unter Kontrolle bringen. Um dies zu erreichen, wurde 10 Meilen oberhalb von Khartum ein Abschnitt des Blauen Nil mit einem das DDT enthaltenden Emulsionsöl besprüht. Beim Eintreffen des Wassers in Khartum selbst betrug die DDT-Konzentration 0,017 ppm und blieb in den weiteren sechs Stunden auf einer Höhe von 0,003 ppm. Unmittelbar bei Khartum stellte man zahlreiche tote Fische fest. Man untersuchte zwei Arten näher. Dabei stellte sich heraus, daß eine der Arten in den Kiemen 0,9 ppm und in den Eingeweiden 2,5 ppm DDT enthielt. Bei der zweiten Art enthielten die Kiemen 2,7 ppm, das Gewebe der Eingeweide 79 und das Fettgewebe 64 ppm DDT. Ich erwähne diese Zahlen, da sie zeigen, daß trotz sehr niedriger Giftkonzentration das Fischgewebe in der Lage ist, recht beträchtliche Mengen dieses Mittels zu speichern.

Manche Pflanzenschutzmittel können schon in sehr niedriger Konzentrationshöhe Fische auch dann töten, wenn sie nur durch wenige Stunden mit ihnen in Kontakt gekommen sind. Es sei in diesem Zusammenhang auf die Versuche von PHELPS (1965) hingewiesen, die das eben Gesagte sehr deutlich veranschaulichen. Der genannte Autor und seine Mitarbeiter experimentierten mit der Barschart *Lepomis macrochirus*. Dabei konnten sie die außerordentlich rasche und nachhaltige Wirkung von Aldrin und Endrin in einer Konzentration von nur 1 ppm deutlich machen. Bleibt die genannte Fischart durch acht Stunden in Aldrin-hältigem Wasser der angeführten Konzentrationshöhe und wird nach dieser Zeit in reines Wasser versetzt, so erfolgt nach weiteren vier Stunden ein Sterben der Tiere. Bei Endrin sind die Zeit-

intervalle bedeutend kürzer, das heißt, die physiologische Wirkung ist ausgeprägter. Die Verweildauer in einer 1 ppm-Konzentration von nur drei Stunden genügt schon, daß die Versuchstiere, in reines Wasser zurückgebracht, bereits nach einer Stunde eingehen! Auch bei dem wesentlich weniger toxischen Servin sind die bei Fischen einmal eingetretenen Anfangssymptome irreversibel und führen in reinem Wasser zum Tod der Tiere, wie ASPÖCK (1963) zeigen konnte.

In den gebrachten Beispielen wird stets vom Fischbestand gesprochen. Es ist aber wichtig festzuhalten, daß in stehenden und fließenden Gewässern gerade auch die Fischnährtiere stark in Mitleidenschaft gezogen werden oder überhaupt völlig zugrunde gehen, da diese in manchen Fällen noch empfindlicher reagieren als die Fische. Eine Neubesiedlung benötigt unter Umständen Jahre und liegt dann meist in einer veränderten Zusammensetzung vor. Auf derartige Fragen geht GRAHAM z. B. (1958, 1960) näher ein, ebenso KO-NONOVA (1959). Es sind Fälle bekannt geworden, wo in Fischgewässern der Fischbestand vernichtet wurde, nicht aber durch direkte Gifteinwirkung, sondern über den Umweg der völligen Vernichtung der Fischnährtiere. Die Fische sind also verhungert!

Erst verhältnismäßig spät hat man sich Gedanken über die Fischtoxizität von Pflanzenschutzmitteln gemacht und gleichzeitig untersucht, wie sich die einzelnen Mittel gegenüber den Fischnährtieren auswirken. Zu diesem Fragenkomplex erschienen zahlreiche Publikationen. BAUER (1961) hat sich der Mühe unterzogen, die einzelnen Arbeiten zusammenzutragen und sie kritisch in einer Studie über Nebenwirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf Fische und Fischnährtiere publiziert. Damit wurde eine empfindliche Lücke geschlossen. Alle, die in irgendeiner Form mit diesen Stoffen zu tun haben, finden hier spezielle Angaben, so daß größte Schäden in der Praxis vermeidbar sind.

Ich möchte betonen, daß Überlegungen über die toxischen Auswirkungen dieser Mittel bei Fischen und vor allem bei den übrigen Wassertieren wesentlich komplexer sind als bei Landarthropoden und Warmblütern. Nicht nur der Wirkstoff selbst ist maßgebend, sondern ebenso die Anwendungsform: ob Staub oder Emulsion. Emulsionen sind meist wesentlich giftiger. Außerdem sind die einzelnen Fischarten sehr unterschiedlich in ihrer Empfindlichkeit, ebenso die einzelnen Altersstadien. Für die Praxis besonders wichtig ist folgendes: Hinsichtlich eines Fischgewässers genügt es nicht, den Giftwert eines Mittels zu kennen, man muß das Verhalten der Handelsware samt ihren Trägerstoffen berücksichtigen. Kommen verschiedene Stoffe zusammen zur Anwendung, so genügt es nicht, den Giftwert der verschiedenen Stoffe additionsmäßig in Rechnung zu stellen, da bei Verwendung eines

Gemisches die Giftwirkung um ein Vielfaches erhöht sein kann. Es kann also ein Stoffgemisch auch dann zu Fischverlusten führen, wenn jeder einzelne der Stoffe für sich allein unterhalb der Schädlichkeitsgrenze liegt (BAUER 1961).

Aus der für Landarthropoden und Warmblüter bekannten Giftigkeit darf nicht in gleicher Weise auf Fische und andere Wasserorganismen geschlossen werden. Wie unterschiedlich sich die einzelnen Stoffe verhalten geht aus den nachfolgenden Zusammenstellungen hervor.

Regenbogenforellensetzlinge			Hechtsömmerlinge		
Wirkstoff:	„Schwellenwert“ mg/l	tödliche Konzentration mg/l	Wirkstoff:	„Schwellenwert“ mg/l	tödliche Konzentration mg/l
Endrin	0,004	0,008	Endrin	0,0002	0,001
Thiodan	0,008	0,01	Thiodan	0,001	0,005
Dieldrin	0,01	0,04	Dieldrin	0,005	0,05
Malathion	0,01	0,1	DDT	0,005	0,05
Toxaphen	0,05	0,2	Chlordan	0,005	0,05
DDT	0,05	0,2	Toxaphen	0,01	0,1
Lindan	0,1	0,3	Aldrin	0,01	0,2
Aldrin	0,15	0,2	Lindan	0,01	0,2
Diazinon	0,4	0,5	Heptachlor	0,01	0,4
Chlorthion	0,25	0,5	Chlorthion	0,08	0,4
Heptachlor	0,4	0,6	Malathion	0,01	1,0
Chlordan	0,6	1,0	Systox	0,1	4,0
Dipterex	0,8	1,0	Metasystox	0,1	4,0
Parathion	1,0	3,0	Diazinon	0,5	2,0
Systox	1,0	4,0	Dipterex	0,5	1,0
Metasystox	5,0	7,5	Parathion	1,0	3,0

(nach D. LÜDEMANN u. H. NEUMANN, aus BUHSE 1965)

Diese Zusammenstellung läßt ersehen, daß chlorierte Kohlenwasserstoffe in ihrer Gesamtheit toxischer sind, als Phosphorsäureester. Dies gilt in vielen Fällen in ähnlicher Weise auch für Wirbellose des Wassers, wobei allerdings darauf hingewiesen werden muß, daß noch zahlreiche Fragen völlig offen sind. Auch unsere Untersuchungen (Zusammenarbeit mit GÖTZ 1959 und ASPÖCK 1963) zeigen, daß die einzelnen Pflanzenschutzmittel gegenüber Wasserorganismen selbst bei nah verwandten Arten ein sehr vielfältiges Spektrum aufweisen.

Die übliche Toxizitätsreihung einiger bekannter Vertreter von Pflanzenschutzmitteln ist folgende: E 605, Systox, Metasystox, Lindan, DDT, Sevin, Kelthane, Malathion, Methoxychlor, Dipterex und Dimethoate. Diese Reihung gibt hinsichtlich des Verhaltens dieser Stoffe gegenüber Süßwasserorganismen keine Auskunft. Darauf hat schon BAUER (1961) aufmerksam gemacht. Man darf sich nicht vorstellen, daß einfach eine andere Stoffgruppierung für Fische und Fischnährtiere gefunden werden kann. Auch das ist nicht möglich. Am ehesten läßt sich noch eine einigermaßen einheitliche Reihung für Fische finden. Untersucht man aber die einzelnen Pflanzenschutzmittel anderen Wassertieren gegenüber, so stößt man wieder auf ein gänzlich anderes Verhalten. Es sind längst noch nicht alle Tiergruppen untersucht, doch läßt sich heute schon sagen: es muß jede einzelne Gruppe von Wasserorganismen für sich untersucht werden, herunter bis zu den Genera und in vielen Fällen bis zu den Arten.

Es sei dies am Beispiel zweier Süßwasser-Trikladen (Vermes), *Crenobia alpina* (DANA) und *Euplanaria gonocephala* (DUGÉS) dargestellt (siehe die beiden Abb. 1 u. 2). Vertreter dieser Tiergruppen verhalten sich Pflanzenschutzmitteln gegenüber so, daß sie bei niederen Dosen nicht allmählich eingehen, sondern die einzelnen Verbindungen mehr oder weniger rasch zu geweblichen Auflösungserscheinungen führen, die nach einiger, je nach den Mitteln sehr verschieden langen Zeit den Tod der Tiere verursachen (GÖTZ 1959, AN DER LAN 1962, ASPÖCK 1963). Ist einmal ein gewisser Grad der Gewebsauflösung erreicht, so führt auch ein Zurückversetzen in reines Wasser zu keiner Erholung der Tiere mehr. Die Werte in den Tabellen stellen Durchschnittswerte dar und besagen, nach welcher Zeit die geweblichen Auflösungserscheinungen zum Tod der Tiere geführt haben.

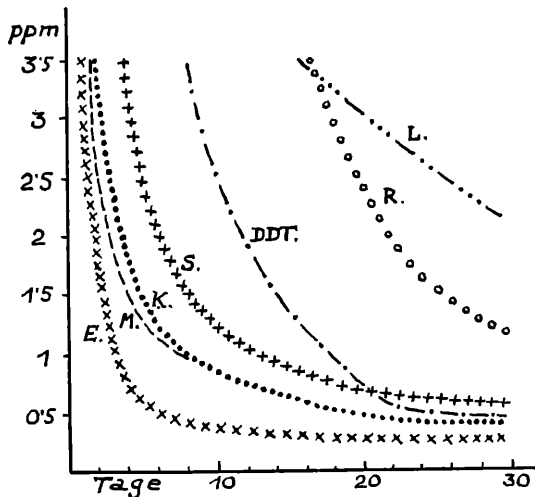


Abb. 1. Toxisches Verhalten verschiedener Pflanzenschutzmittel gegenüber *Crenobia alpina* (Vermes, Tricladida). Die Kurven geben an, bei welchen ppm-Werten die Tiere eingehen. Durchschnittswerte nach GÖTZ (1959) und eigenen Versuchen, vom Verf. umgezeichnet. E — E 605, DDT — Dichlordiphenyltrichlormethan, K — Kelthane, L — Lindan, M — Malathion, R — Rothane, S — Systox.

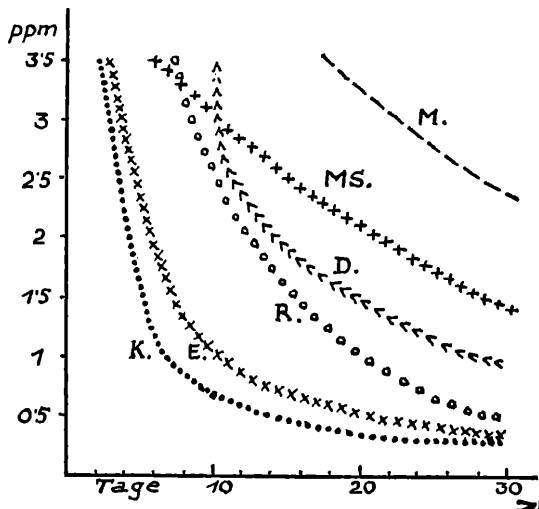


Abb. 2. Toxisches Verhalten verschiedener Pflanzenschutzmittel gegenüber *Euplanaria gonocephala* (Vermes, Tricladida). Sonst wie bei Abb. 1. D — Dipterex, E — E 605, K — Kelthane, M — Malathion, MS — Metasystox und Systox, R — Rothane.

Schon auf einen Blick läßt sich aus den Tabellen ablesen, daß *alpina* empfindlicher reagiert als *gonocephala*. Dies gilt nicht nur für Pflanzenschutzmittel, sondern in gleicher Weise für sehr verschiedene chemische Verbindungen. Außerdem läßt sich sofort erkennen, daß zwei so nahe verwandte Arten sich sehr unterschiedlich gegenüber den geprüften Mitteln verhalten.

Betrachtet man *alpina*, so ergibt sich eine Toxizitätsreihung von E 605 ausgehend über Malathion, Kelthane, Systox, DDT, Rothane zu Lindane. Anders bei *gonocephala*: In diesem Fall (besonders eigenartig) liegt in der Toxizität Kelthane an der Spitze, gefolgt von E 605, Rothane, Dipterox, Systox und Metasystox und zuletzt Malathion. Die Unterschiede sind teilweise überraschend. Metasystox z. B. ist in dem in der Abbildung angegebenen Bereich gegenüber *alpina* gar nicht wirksam, wohl aber gegenüber *gonocephala* (gleich wie Systox). DDT wirkt auf *alpina*, nicht aber auf *gonocephala*, selbstverständlich immer in dem angegebenen Bereich. Auch Lindane scheint in der Abbildung bei *gonocephala* nicht auf. Wahrscheinlich müssen wir bei anderen Süßwasserorganismen mit ähnlichen Erscheinungen rechnen.

Überschaut man die gesamte pflanzliche und tierische Lebewelt der Gewässer, so harret eine große Zahl von Fragen noch einer Klärung. Eines läßt sich jedoch schon aus verschiedenen Beobachtungen und Untersuchungen ableiten: Die Plankton-Organismen sind auf Grund ihres hohen Fett- und Ölgehaltes in der Lage, chlorierte Kohlenwasserstoffe zu speichern, die zu diesen Fettstoffen eine besonders hohe Affinität aufweisen. Das Unangenehme ist, daß die meisten Vertreter dieser Kohlenwasserstoffe eine außerordentlich hohe Stabilität besitzen, so daß eine Anreicherung in den Planktonorganismen möglich ist und über die Nahrungskette weiter gegeben werden können. Man unterliegt unter Umständen einer argen Täuschung, wenn z. B. nach einer Insektizidbehandlung die Wasseranalyse negativ ausfällt. Das betreffende Mittel kann völlig von den Planktonorganismen aufgenommen worden sein. In seiner sehr lesenswerten Zusammenstellung über die Chemotherapie in Land- und Forstwirtschaft weist WELLENSTEIN (1964) gerade auf diese Frage hin und führt an, daß im Wasser des Clear Lake nur Insektizidspuren nachweisbar waren, das Plankton 250 mal so viel davon enthielt, Fische aber 25.000 mal so viel in ihrer Muskulatur aufwiesen. Es sind Fälle bekannt geworden, in denen das Plankton noch nach zwei Jahren (ohne weitere Insektizidbehandlung) 5 mg/kg an Pflanzenschutzmitteln enthielt, welche also von Generation zu Generation weitergegeben wurden (HUNT u. a. 1960). Dies ist für die Praxis von enormer Bedeutung, da das gesamte Plankton die Nahrungsbasis für alle höheren Lebewesen im Wasser ist. Es erklärt sich auch die Beobachtung, daß Fische reichlich stabile chemische Verbindungen innerhalb der Pflanzenschutzmittel in ihrem Gewebe speichern:



über die Nahrungskette werden diese Stoffe von Organismus zu Organismus weitergegeben. Bei manchen Untersuchungen wurden im Fischgewebe bis zu 2500 mg/kg derartiger Stoffe festgestellt (HUNT 1960). Kleinere Fische werden von größeren Fischen oder von Raubvögeln gefressen, ebenso von verschiedenen Säugern. Nur dadurch ist es möglich, daß Haifische im Pazifik ebenfalls schon chlorierte Kohlenwasserstoffe in ihrem Organismus aufweisen. Wie innig verflochten die verschiedensten Wege der Nahrungsketten sind, wird durch nichts so deutlich veranschaulicht, daß selbst Pinguine und Robben der Antarktis in ihrem Körper schon DDT aufweisen. In einer Gegend, die weitab von Pflanzenschutzmaßnahmen gelegen ist (SLADEN et al. 1966).

Untersuchungen an Raubvögeln haben die bemerkenswerte Tatsache aufgedeckt, daß diese ganz erhebliche Mengen von chlorierten Kohlenwasserstoffen in ihrem Körper aufweisen, die nur über die schon erwähnte Nahrungskette dorthin gelangt sein können. Die in den letzten Jahren beobachteten gestörten Verhaltensweisen von Seeraubvögeln werden mit Pflanzenschutzmitteln in Zusammenhang gebracht, was bei der Neurotoxie dieser Stoffe durchaus möglich ist. So vernichteten z. B. diese Tiere ihre Gelege, so daß die Nachkommenschaft verloren ist. Auch dem menschlichen Organismus können auf dem Umweg der Ernährung durch Fische chlorierte Kohlenwasserstoffe zugeführt werden, die erheblich über dem Toleranzwert liegen (über den Sinn von Toleranzwerten bei stabilen chemischen Verbindungen siehe die Publikationen von: KLIMMER 1957, SOUCI 1957, EICHHOLTZ 1959, AN DER LAN 1964, 1966, WELLENSTEIN 1964).

Welche biologische Irrwege manchmal gegangen werden, möge folgendes Beispiel veranschaulichen: Zur Steigerung des Austern-Ertrages wurde DDT angewendet! Auf den zur Austernkultur angebrachten Kunstplatten traten Balaniden als Konkurrenten auf. Diese ließen sich mit DDT leicht in Schach halten, so daß ein vermehrter Austernbesatz möglich wurde. Man weiß aber nicht, in welcher Menge die Austern selbst oder andere Meeresorganismen diesen Stoff speichern.

Die Probleme, die sich im Zusammenhang mit all den Anwendungsformen chemischer Pflanzenschutzmittel im Hinblick auf die Gewässerverunreinigung ergeben, sind zahlreich und können hier nur in groben Zügen aufgezeigt werden. Daß beabsichtigt oder unbeabsichtigt Pflanzenschutzmittel in die verschiedensten Gewässerarten gelangen, ist eine Tatsache. Da viele unter den verwendeten Mitteln sehr stabilen Verbindungen angehören, ist außerdem die Frage zu erörtern, ob diese stabilen Verbindungen nicht auch durch die vielen Wege, die das Wasser im Boden nimmt, weiter verbreitet werden können. Darüber fehlen uns eingehende Freilanduntersuchungen,

doch ist inzwischen mehrfach bekannt geworden, daß chlorierte Kohlenwasserstoffe und unter den Phosphorsäureestern auch das Parathion im Grundwasser auftreten, und in Grundwasserbrunnen nachgewiesen wurden (GUNTHER 1964, SCHUPHAN 1965).

Weiters ist nachgewiesen, daß manche chlorierte Kohlenwasserstoffe durch viele Jahre hindurch sich im Boden halten, sodaß ein langsames Einsickern in das Grundwasser möglich sein kann. WILKINSON (1964) spricht bei Aldrin und Heptachlor von 9 Jahren, selbst wenn der Boden laufend bebaut wurde.

Die Land- und Forstwirtschaft arbeitet mit diesen Pflanzenschutzstoffen. Diese können mehr oder weniger rasch durch Niederschläge von dem behandelten Pflanzengut auf den Boden gelangen, weiter direkt durch das Niederschlagswasser Bächen und Flüssen und Seen zugeführt werden oder mit dem Bodenwasser direkt in das Grundwasser gelangen. TARZWELL (1959), NICHOLSON (1959) und WOODWARTH (1960) berichten, daß von besprühten Feldern Pflanzenschutzmittel abgeschwemmt wurden und weitab von der Ausbringungsstelle Fische vernichteten. Ja, selbst nach einer Passage durch Filteranlagen waren im Trinkwasser noch diese Stoffe nachweisbar, so daß Fische in Aquariumsversuchen eingingen (siehe dazu EICHLER 1965).

Durch die Untersuchungen der Bundesanstalt für Pflanzenschutz in Wien (BERAN und GUTH 1965) sind wir über das Retentionsvermögen verschiedener Bodenarten unterrichtet. So wertvoll diese im Labor gewonnenen Angaben sind, so dürfen sie nicht für das Freiland verallgemeinert werden. Die Autoren sind der Ansicht, daß nur in extremen Fällen eine Grundwasserunreinigung erfolgen kann. Die praktischen Erfahrungen widersprechen dem aber. Schon 1959 verweist der U.S. Public Health Service in seiner Novemberausgabe auf die "Public Health Aspects of the Contamination of Ground Water in South Platte River Basin in Vicinity of Thenderson" Der hier gegebene Rahmen läßt es nicht zu, auf die zahlreichen Angaben über Grundwasserunreinigung durch diese Stoffe im einzelnen einzugehen. Sie zeigen aber, daß derartige Verbindungen in diesen Gewässerbereich gelangen können. Es muß in diesem Zusammenhang darauf hingewiesen werden, daß eine Grundwasserkontamination nicht nur durch von der Oberfläche einsickerndes Wasser erfolgen kann, sondern ebenso (und vielleicht sogar in verstärktem Maße) von stehenden und fließenden Gewässern aus, die mit dem Grundwasser, wie ich eingangs schon erwähnte, ein Kontinuum bilden. Jeder Fluß und jeder See steht mit dem Grundwasser in direkter Verbindung und da stabile chlorierte Kohlenwasserstoffe anscheinend die Eigenschaft haben sich besonders im Schlamm festzulegen, wie die amerikanischen Forscher HICKEY und KEITH von der Wisconsin-Universität festgestellt haben, so kann von

diesem Bereich aus eine Verunreinigung des Grundwassers leicht eintreten. Wie sehr von dieser Seite aus das Grundwasser bis zur Unbenützbarkeit verunreinigt werden kann, wissen wir vom Rheingebiet. STUNDL (1965) verweist eindringlich auf diese Möglichkeit.

Wenig wissen wir auch über Auswirkungen von Fungiziden gegenüber Wasserorganismen. BAUER (1961) führt einige Beispiele an, aus denen ersichtlich ist, daß manche der in der Praxis üblichen Fungizide gegenüber Fischen eine beträchtliche Giftigkeit erkennen lassen, so daß auch bei Anwendung dieser Mittel Vorsicht geboten erscheint. Die Wirkung auf andere Wasserorganismen, vor allem aber das Verhalten im Boden und Grundwasser ist unbekannt.

Die große Gruppe der teilweise sich physiologisch recht eigenartig auswirkenden synthetischen Herbizide ist im großen und ganzen wesentlich weniger giftig. Ich verweise in diesem Zusammenhang neuerlich auf die schon mehrmals zitierte Arbeit von BAUER (1961), aber auch auf die Publikation von NEURURER und SLANINA (1960). Manche dieser Mittel zeigen Giftigkeitswerte, die, gemessen an anderen Pflanzenschutzmitteln, als sehr niedrig anzusehen sind. So rufen einzelne toxische Erscheinungen erst bei 1000 und mehr mg/l hervor, viele schwanken im Bereich zwischen 100 und 1000 mg/l und wenige liegen unter 100. Allerdings gibt es auch Vertreter in dieser Stoffklasse, die für einzelne Wasserorganismen schon in Konzentrationen unter 10 mg/l tödlich wirken, oder noch tiefer gehen, z. B. 2,4,5-T-Mittel und MCPA-Verbindungen.

Wenngleich die Toxizität dieser Stoffe im allgemeinen geringer ist als die der meisten anderen Pflanzenschutzmittel, so ist doch Vorsicht geboten wegen der schon angedeuteten besonderen physiologischen Wirkungsweise, so lange wir nicht mehr von ihnen wissen. Durch die höchst interessantesten Untersuchungen von SCHUPHAN (1963, 1965) hat sich nämlich herausgestellt, daß Herbizide in der Lage sind, pflanzliche Inhaltsstoffe umzubauen, ohne daß eine toxische Wirkung erkenntlich wäre. Der Umbau der pflanzlichen Inhaltsstoffe kann aber zur Folge haben, daß bei Verfütterung der behandelten Pflanzen schwerste gesundheitliche Schäden bei den Versuchstieren eintreten. Es wäre denkbar, daß Herbizide, die in stehende oder langsam fließende Gewässer eingebracht werden, um unerwünschten Pflanzenwuchs zu beseitigen, auch auf die Planktonorganismen in analoger Weise einwirken und auf dem Umweg über diese bei höheren Tieren sich nachteilig auswirken. Ob solche Auswirkungen eintreten können, kann erst künftige Forschung ergeben, in Betracht zu ziehen sind sie aber.

Für das Arbeiten im Gelände, gleichgültig ob es sich um Insektizide, Fungizide, oder Herbizide oder um Spezialmittel handelt, muß nachdrücklichst

davor gewarnt werden, Verbindungen stabiler Konstitution in Gewässer zu bringen. Da bei den heute verwendeten Mitteln große Gefahren für den Lebensraum Wasser tatsächlich bestehen, füge ich die für die Praxis gute Gruppeneinteilung von BAUER (1961) ein, von mir ergänzt hinsichtlich des Carbamates Sevin (ASPOCK u. AN DER LAN 1963).

Die Einteilung von BAUER nimmt bezug auf die Fischgiftigkeit und viele Fischnährtiere, kann aber nicht auf alle Wassertiere in gleicher Weise übertragen werden. Bauer ordnet die Pflanzenschutzmittel in vier Gruppen: A, B, C und D.

Die erste Gruppe (A) umfaßt alle jene Stoffe, die in Gewässernähe überhaupt nicht angewendet werden sollten: Endrin, Thiodan, Toxaphen, Dieldrin, Aldrin, Isodrin, Methoxychlor, DDT-Emulsion, Gusathion, 2,4-D und 2,4,5-T-Kombinationen, CIPC und CMU, sowie die zur Unkrautbekämpfung verwendeten Carbamate.

Die Gruppe B darf in der Nähe von Fischgewässern nur mit großer Sorgfalt Verwendung finden: HCH (Lindan), Chlordan, Heptachlor, Parathion, Chlorthion, Diazinon, Malathion, Nikotin, Derris (Rotenon), Pyrethrum, die Winterspritzmittel, DDT-Spritzmittel und Stäubemittel, Sevin.

Die dritte Gruppe (C) kann in flachen Gewässern Fischen noch gefährlich werden: Dipterex, Systox, Metasystox, CMU und TCA + 2,4-D + 2,4,5-T und nach unseren Untersuchungen auch Sevin.

Die letzte Gruppe (D) umfaßt Mittel, die bei normaler Aufwandmenge eine Fischgefährdung nicht herbeiführen dürften: Chlorate, TCA, Dalapon, Simazin, 2,4-D, 2,4,5-T, MCPA und Aminotriazol + TCA + 2,4-D.

Ganz besonders erschwerend für alle Untersuchungen wirkt die Tatsache, daß wir es in stehenden und fließenden Gewässern, im Bodenwasser und im Grundwasser nicht nur mit Pflanzenschutzmitteln zu tun haben, sondern daß in erster Linie noch die verschiedensten Kunstdüngemittel mit dabei sind. Ob eine Reaktion der Pflanzenschutzmittel mit diesen oder auch mit natürlichen Stoffen möglich ist, darüber läßt sich zur Zeit überhaupt nichts aussagen, doch muß man überlegen, daß verschiedenste Reaktionen ablaufen können, vielleicht sogar eine Potenzierung nach der einen oder anderen Richtung erfolgt.

Um ein weiteres aktuelles Problem aufzuzeigen: Ich erwähnte schon die Bedeutung der Planktonorganismen für die Speicherung von Pflanzenschutzmitteln, die auf Grund ihrer Affinität zu Fetten und Ölen aus dem Wasser entnommen und in diesen Kleinlebewesen sich ansammeln. Es hat sich gezeigt, daß auch cancerogene Kohlenwasserstoffe von den gleichen Planktonorganismen gespeichert werden. Wir haben zur Zeit noch keine Vorstellung, wie sich diese mit den chlorierten Kohlenwasserstoffen aus dem Pflanzen-

schutzsektor vertragen oder welche Reaktionen ablaufen könnten. Zieht man außerdem noch in Betracht, daß etwa Detergentien vorhanden sein können und daß sich überdies eine Vielzahl industrieller Abwässer einschaltet, so wird das Fragengebiet ein so umfangreicher Problemkreis, daß es außerordentlich schwierig sein wird, in absehbarer Zukunft nur einigermaßen darüber Klarheit zu erhalten. Daß wir in Detergentien Trägerstoffe für cancerogene Kohlenwasserstoffe sehen müssen, ist bekannt, auch daß sie unter bestimmten Voraussetzungen die Aktivität dieser Stoffe hinaufsetzen. Mit analogen Vorgängen bei chlorierten Kohlenwasserstoffen aus dem Gebiet des Pflanzenschutzes muß man sich auseinandersetzen.

Für die Zukunft muß unbedingt eine Wasserhygiene gefordert werden (ähnlich wie dies SCHIMTSCHKEK für den Forst verlangt hat, 1964, 1964 a): Nicht nur die von BAUER aufgestellten Richtlinien einhalten, sondern, was noch wirkungsvoller wäre, in der Praxis nur mehr solche Mittel anwenden, die nach einiger Zeit einem Abbau unterliegen! Ich schließe mich damit der in verschiedensten Publikationen mehrfach geäußerten Forderung an, keine persistenten Mittel zu verwenden. Wasser ist ein zu kostbarer Stoff, als daß man derart gedankenlos damit umgehen dürfte, wie es bereits geschehen ist.

### Literatur

AN DER LAN, H. (1962): Histopathologische Auswirkungen von Insektiziden (DDT und Sevin) bei Wirbellosen und ihre cancerogene Beurteilung. — Mikroskopie, Bd. 17, H. 3/4, 85.

(1963): Schädlingsbekämpfungsmittel und ihre biologische Bedeutung. — Mitt. Österr. Sanitätsverwaltg. Jg. 64, 232.

(1964): Toxikologische Probleme moderner Pflanzenschutzmittel. — Die Umschau, H. 21, 649.

(1966): The present situation of toxicology in the field of crop protection. — Residue Reviews, Vol. 15, 31.

ASPOCK, H., AN DER LAN, H. (1963): Ökologische Auswirkungen und biologische Besonderheiten des Pflanzenschutzmittels Sevin (1-Naphtyl-N-methylcarbamat). — Zeitschr. angew. Zoologie, Jg. 50, H. 3, 343.

BAUER, K. (1961): Studien über Nebenwirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf Fische und Fischnährtiere. — Mitt. Biol. Bundesanst. f. Land- u. Forstwirtschaft, Berlin-Dahlem, H. 105.

BERAN, F., GUTH, J. A. (1965): Das Verhalten organischer insektizider Stoffe in verschiedenen Böden mit besonderer Berücksichtigung der Möglichkeiten einer Grundwasserkontamination. — Pflanzenschutzber. Bd. XXXIII, H. 5/6, 65—117.

BUHSE, G. (1965): Beeinträchtigung der Binnengewässer und Gewässerbelastung als Folge naturfremder Maßnahmen. — Anz. f. Schädlingskde., Jg. XXXVIII, H. 12, 177.

Bulletin der Union Intern. p. l. Protection de l. nature (1956), Bd. 5, No. 2 u. 3.

BURDEN, E. H. W. J. (1956): A case of DDT poisoning in fish. — Nature, Vol. 178, 546.

CROUTER, R. A., VERNON, E. H. (1959): Effects of Black-headed Budworm Control in Salmon and Trout in British Columbia. — Canadian Fish Culturist, Issue 24, 23.

DURVARD, (1960): zitiert nach „Schweizerische Fischereizeitung“, Jg. 68, H. 1, 11.

EICHHOLTZ, Fr. (1959): Biologische Existenz des Menschen in der Hochzivilisation. — Verlag G. Braun, Karlsruhe.

EICHLER, W. D. (1965): Biologische Gefahren der Chemisierung unserer Umwelt durch Insektizide und die Verantwortung des Biologen. — Biol. Rundschau, Bd. 3, H. 5/6, 227.

GÖTZ, R. (1959): Zur Wirkung moderner Schädlingsbekämpfungsmittel auf *Planaria gonocephala* DUGÈS und *Planaria alpina* DANA. Diss. Innsbruck.

GRAHAM, R. J., SCOTT, D. O. (1958): Effects of Forest Insect Spraying on Trout and Aquatic Insects in Some Montana Streams. — Final Report, Montana State Fish and Game Dept.

GRAHAM, R. J. (1960): Effects of Forest Insect Spraying on Trout and Aquatic Insects in Some Montana Streams. — Biol. Probl. in Water Pollution. U.S. Public Health Service Technical Rep., W.S. 60.

GUNTHER, F. A. (1964): Residue Reviews 6, Springer-Verl. Göttingen, Heidelberg, 7 u. 12.

HUEPER, D. W. C. (1960): Cancer hazards from natural and artificial water pollutants.-Proc. Confer. Physiol. Aspects of Water Quality Sept. 8—9, Washington, D. C. U.S. Public Health Service.

HUNT, E. G., BISHOFF, A. J. (1960): Inimical Effects on Wildlife of Periodic DDD Applications to Clear Lake. — Calif. Fish and Game, Vol 46, No 1, 91.

KERSWILL, C. J. (1958): Effects of DDT Spraying in New Brunswik on future runs of adult salmon. — Fisheries res. board of Canada, Vol 48, No 8.

KLIMMER, O. R. (1957): Toxikologie der Schädlingsbekämpfungsmittel. — Verhandlg. Dtsch. Pharmakolog. Ges. 232, H. 1, 11.

KONONOVA, N. E. (1959): On the effects of DDT preparation on the aquatic fauna when controlling forest pests. — Zool. Journ., T. XXXVIII/6, Moskau.

KRESSER, W. (1966): Wasser — die Grundlage allen Lebens. — Verlag d. Techn. Hochschule Wien, Wien 1966.

NEURURER, H., SLANINA, K. (1960): Chemische Bekämpfung unerwünschter Teichpflanzen mit besonderer Berücksichtigung der Fischtoxizität von Herbiziden. — Pflanzenschutzberichte, XXIV, H. 8/10, 139—162.

NICHOLSON, H. (1959): Insecticide Pollution of Water Resources. — Journ. Am. Waterworks Assn., Vol. 51, 981.

PHELPS, J. M., Jr., HASTINGS, J. R., GAMMON, J. E. (1965): The effect of pesticides on the Bluegill (*Lepomis macrochirus*) in a northern Indiana Lake. — Proc. Indiana Acad. Science, Vol. 74, 379.

SCHIMITSCHEK, E. (1964): Grundsätzliche Betrachtungen zur Frage der ökologischen Regelung. — Zeitschr. angew. Entomol. Bd. 54, 22.

(1964): Einfluß von Siedlung, Wirtschaft und geistigen Strömungen auf Massenaufreten von Insekten. — Göttinger Universitätsreden 43.

SCHUPHAN, W. (1963): Aktuelle Pflanzenschutzprobleme in ihrer möglichen Auswirkung auf die Gesundheit von Tier und Mensch im Spiegel lebensmittelrechtlicher Bestimmungen. — Qualitas Plantarum et Materiae Vegetabilis, 9, 337.

(1963 a): Gesundheitliche Schäden durch Pflanzenschutzmittel? — Der Landarzt, 39, 1217.

(1965): Pflanzenschutzprobleme im Spiegel der Qualitätsforschung. — Anz. f. Schädlingskde., Jg. XXXVIII, H. 7, 97 u. H. 8, 117.

SLADEN, W., MENZIE, C. M., REICHEL, W. L. (1966): DDT residues in adeliae penguins and a crabeater seal from antarctica. — Nature 210, Nr. 5037, 670.

SOUCI, S. W. (1957): Die Behandlung von Lebensmitteln mit fremden Zusatzstoffen. — Münch. Mediz. W. Bd. 99, 1569.

STUNDL, K. (1965): Einwirkungen von verunreinigten und gestauten Flüssen auf die ufernahen Grundbereiche. Natur u. Land, Jg. 51, H. 5, 100.

TARZWELL, Cl. M. (1959): Pollutional Effects of Organic Insecticides to Fishes. — Transact., 24th North Am. Wildlife Conf. Washington D.C., Pub. by Wildlife Managmt. Inst., 132.

WELLENSTEIN, G. (1964): Die Chemotherapie in Land- und Forstwirtschaft. Erfolge, Problematik und Gefahren. — Schriftenr. Forstl. Abtlg. Albert-Ludwigs- Univ., Freiburg i. Br. Bd. 4.

WILKINSON, A. T. S., FINLAYSON, D. G., MORLEY, H. V. (1964): Toxic residues in soil 9 years after treatment with aldrin and heptachlor. — Science 143, 681.

WOODWARD, R. L. (1960): Effects of Pesticides in Water Supplies. — Journ. Am. Waterworks Assn., Vol. 52, No. 11, 1367.

Anschrift des Verfassers: Univ.-Prof. Dr. Hannes AN DER LAN, Zoologisches Institut der Universität Innsbruck, 6020 Innsbruck, Universitätsstraße 4.

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Wasser und Abwasser](#)

Jahr/Year: 1965

Band/Volume: [1965](#)

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

Artikel/Article: [Auswirkung und Probleme der Gewässerunreinigung durch Pflanzenschutzmittel 85-99](#)