

Einige Betrachtungen zur Chemisierung unserer Umwelt durch den zivilisatori- schen Fortschritt

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

Kurzfassung des Vortrages, gehalten
am 24. Jänner 1968

Die menschliche Gesellschaft in den weitgehend industrialisierten Staaten spricht von einem Hochstand ihrer Zivilisation. Gemeint ist damit der gegenwärtige Lebensstandard in diesen Ländern. Zurückzuführen ist dieser auf die ungeheuer rasche Entwicklung von Naturwissenschaften und Technik innerhalb der letzten drei Jahrzehnte. Eine weitgehende Divergenz und Spezialisierung der gesamten Forschung ergab eine Grundlage, von der aus die weitere Entwicklung von Naturwissenschaften und Technik wahrscheinlich noch rascher ablaufen wird als bisher. Beide sind zu einem maßgebenden Faktor innerhalb der menschlichen Gesellschaft und der gesamten Umwelt geworden. Die Auswirkungen im Gesamthaushalt der Natur, mit

inbegriffen die gesamte Menschheit, sind bedeutend, teils ungewollt, teils aber gesteuert, sodaß Naturwissenschaften und Technik ein spürbarer Machtfaktor wurden. In allen Bereichen unserer Umwelt und unserer Gesellschaft erweist es sich immer deutlicher, daß Vieles des Fortschrittes nicht mit der belebten Welt koordinierbar ist. Es wurden Fehler begangen, deren Ursachen meist nicht mehr faßbar sind. Die technische und naturwissenschaftliche Entwicklung hat die menschliche Gesellschaft überrollt, ohne daß sie sich dessen bewußt wurde. Nur so ist es zu erklären, daß die Möglichkeiten zu biologischen Irrtümern in gleichem Maß zugenommen haben, wie die naturwissenschaftliche und technische Entwicklung.

Wenn diese Entwicklung die menschliche Gesellschaft überrollt hat, ein Vorgang der zur Zeit unvermindert anhält, so mußte es zu Irrtümern kommen, da die nötige Grundlagenforschung fehlte oder mit der raschen Entwicklung nicht Schritt halten konnte. Die Ergebnisse der Grundlagenforschung mußten daher nachhinken, sie kamen zu spät, um einmal erkannte Fehler noch auszugleichen (An der Lan 1967). Die uns heute entgegentretenden Probleme sind vielfältig und immer äußerst komplex, einerseits durch die unglaubliche Mannigfaltigkeit des modernen Chemismus, der uns vor völlig neue Aufgaben in der Atmosphäre, im Wasser und im Boden stellt, andererseits aber

auch dadurch, daß unsere Kenntnisse heute viel tiefer gehen, als noch vor wenigen Jahrzehnten. Da ist etwa das Verhältnis von Dosis und Wirkung, das sich für uns heute nicht mehr in dem alten „sola dosis facit venenum“ erschöpft. Die letzten 25 Jahre haben uns den Einblick in den molekularen Ablauf physiologischer Prozesse gebracht, in welchem Bereich uns das Zusammenspiel von Dosis und Wirkung geradezu eine neue Wissenschaft eröffnet hat, die erst an ihrem Beginn steht. Sie umfaßt alle biologischen, biochemischen und medizinischen Gebiete und wird diese mit Problemen überschwemmen. Hätte man vor kurzem das Paradoxon für möglich gehalten, daß ein Stoff um so toxischer wird, je mehr man die Konzentration senkt? Eins der wichtigsten Forschungsergebnisse der Vierzigerjahre ist die Erkenntnis, daß es für manche Stoffe keine sog. unerschwellige Dosis gibt. Selbst kleinste Mengen, bis herab zu molekularen Größenordnungen, können toxisch sein. Bei solchen Stoffen gibt es also keine unschädliche Mindestdosis. Diese, gerade für molekularbiologische Überlegungen bedeutenden Erkenntnisse verdanken wir Druckrey (1954, 1957), von dem der Begriff der Summationsgifte stammt. Dieser Begriff beinhaltet, daß ein Giftstoff in den Warmblüterorganismus kommt, in irgendeinem Gewebe einen irreversiblen Schaden verursacht, der Stoff selbst aber abgebaut oder ausgeschieden wird, also nicht

mehr im Organismus vorhanden ist. Der im Gewebe verursachte Schaden bleibt erhalten. Gelangt derselbe Stoff neuerlich in den Organismus, so wird zu dem schon vorhandenen Gewebeschaden ein neuer hinzugefügt. Es summieren sich also die Gewebeschädigungen, daher der Ausdruck Summationsgift. Ich wiederhole nochmals: bei solchen Stoffen gibt es keine unschädliche Mindestdosis.

Historisch ist von Interesse, daß diese toxikologischen Erkenntnisse in den Minimalbereichen bekannt wurden, als der chemische Pflanzenschutz schon die ganze Welt erobert hatte. Das war 1948. Die grundlegenden Forschungen Druckreys, die zu dieser bedeutenden Erkenntnis führten (Summationsgiftwirkung), hatten fast zur gleichen Zeit begonnen, wie die Aera des chemischen Pflanzenschutzes, nämlich 1939. 10 Jahre dauerten die grundlegenden Arbeiten Druckreys! Sie bezogen sich aber nicht auf den Pflanzenschutz, sondern auf das Buttergelb, das dann auf Grund der Arbeiten Druckreys aus dem Verkehr gezogen wurde. Der chemische Pflanzenschutz ist aber nur ein Teilgebiet der allgemeinen Chemisierung unserer Umwelt. Einige wichtige Gesichtspunkte zu diesem Thema seien im folgenden aufgezeigt.

Ein Sorgenkind für die menschliche Gesellschaft ist die stets zunehmende Luftverunreinigung, von der in erster Linie die Menschen der Industrielandschaften betroffen sind. In solchen Gegenden wer-

den die Atemorgane durch die vielfältigsten Abgase belastet. Bestimmte meteorologische Zustände vorausgesetzt, können diese sich so anreichern, daß akute toxische Werte erreicht werden. Näher auf das vielfältige Spektrum der Industrieabgase einzugehen, würde hier zu weit führen. In der Industrielandschaft und in den Großstädten kommt noch eine weitere Belastung hinzu, nämlich durch die noch nicht auf ihren Höchststand angelangte Motorisierung. Die Auspuffgase der Fahrzeuge enthalten außer cancerogenen Verbindungen, noch Blei, da dem Benzin Bleiverbindungen als Antiklopfmittel zugesetzt werden. Wohin glangt das in den Auspuffgasen enthaltene Blei? Es hält sich zunächst in der Atmosphäre, kann mit den Luftströmungen überallhin verfrachtet werden und schlägt sich später in der Umgebung nieder. Blei ist heute in unnatürlich hohen Mengen in den oberflächlichen Wasserschichten der Ozeane anzutreffen, ja kann selbst auf dem grönländischen Inlandeis nachgewiesen werden. In die Ozeane gelangt es über die Atmosphäre oder durch die Flüsse, auf das grönländische Inlandeis ebenfalls durch die atmosphärische Zirkulation (Patterson 1968). In der Nähe von Autostraßen und Autobahnen schlägt es sich auf Futter- und Nahrungspflanzen nieder, wodurch der Nährwert dieser stark reduziert sein kann. Amerikanische Stellen wiesen vor wenigen Jahren nach, daß Gras 150 m seitlich von Auto-

bahnen mehr als 50 ppm Blei enthalten kann. An stark frequentierten Kreuzungen steigen die Werte beträchtlich an. Man fand Bleimengen von 3000 ppm! In Deutschland geführte Untersuchungen kamen zu ähnlichen Ergebnissen. Es muß daher gefordert werden, daß Nutz- und Nahrungspflanzen nicht in solchen Gegenden angepflanzt werden. Auch Weidevieh darf nicht derart verseuchtes Gras bekommen, da Blei über die Milch ausgeschieden wird. Blei kumuliert im Warmblüterorganismus. Dies ist physiologisch auf lange Sicht gesehen gefährlich. Es kommt zu einer Schädigung der Nachkommenschaft durch verminderte Gesundheit, aber auch zu einer Reduzierung der Reproduktionsfähigkeit. Schon durch die gegenwärtige Motorisierung sind, nach Ansicht von Patterson, die Bewohner mancher Industriegebiete und in Großstädten einer chronischen Bleivergiftung ausgesetzt. Nach diesem Autor ist der durchschnittliche Bleigehalt des Blutes der Amerikaner in einzelnen Großstädten auf einem Wert von 0,25 ppm.

Über die im Menschen zulässige Bleimenge gehen die Meinungen heute noch auseinander. Es sind vor allem russische Forscher, die sich seit Anfang der Fünfzigerjahre eingehend diesen Fragen widmen und die die gegenwärtige Situation kritischer betrachten. Ihre Ansichten gehen dahin, daß die in die jüngste Zeit geltenden MIK- und MAK-

Werte um ein Vielfaches zu hoch liegen. Der MIK-Wert für Blei wird von ihnen mit $0,0007 \text{ mg/m}^3$ Luft festgesetzt. Vergleicht man dagegen die in der deutschen Literatur angegebenen MAK-Werte, so schwanken diese, je nach den Bleiverbindungen, von $0,075$ bis $0,2 \text{ mg/m}^3$ Luft. Patterson schließt sich den russischen Ansichten an, sodaß der vorhin genannte Blutwert von $0,25 \text{ ppm}$ bei gewissen Bevölkerungsschichten in den USA sicherlich einer chronischen Bleivergiftung entspricht. Nach Berechnungen Pattersons gehen allein auf unserer nördlichen Erdhälfte jährlich ungefähr 500.000 t Blei durch die Flüsse in die Ozeane und ca. 5000.000 kg gelangen jährlich in die Atmosphäre. Es ergeben sich somit schwerwiegende Probleme für die belebte Welt, die ehestens angegangen werden müssen, wollen wir künftig eine stark herabgesetzte Gesundheit der menschlichen Bevölkerung vermeiden.

Die zunehmende Motorisierung bringt aber auch eine Anreicherung cancerogener Verbindungen in der Umwelt mit sich. Eine solche erfolgt durch die Auspuffgase, aber ebenso durch den Abrieb der asphaltierten Straßenoberflächen, die durch die Abgase mit cancerogenen Stoffen belastet sind. Ähnlich wie bei Blei, sind diese cancerogenen Verbindungen bei in der Nähe von Autobahnen wachsenden Pflanzen vermehrt nachweisbar. Der Asphaltabrieb schwebt als feiner Staub in der Luft,

vor allem bei Windruhe in Großstädten und bedeutet eine zusätzliche Belastung der Atemorgane. Abgelagerter Staub wird durch Niederschläge fortgeschwemmt und gelangt in Gewässer, auch in stehende. Da cancerogene Verbindungen eine Affinität zu Ölen und Fetten haben (genau so wie die im Pflanzenschutz verwendeten chlorierten Kohlenwasserstoffe), so gelangen sie in stehenden Gewässern auch in die Planktonorganismen, die die Basisnahrung für alle höheren Organismen bilden. Wie groß die von der asphaltierten Straßenoberfläche stammende und von der Motorisierung mit cancerogenen Stoffen belastete Staubmenge ist, mag folgendes Beispiel zeigen: Die für eine deutsche Kleinstadt angestellten Berechnungen ergaben, daß der Abrieb ihrer eigenen asphaltierten Straßen und jener der nächsten Umgebung jährlich ca. 20.000 kg ausmache, von denen etwa 100 kg cancerogene Verbindungen darstellen (Elster u. a. 1963). Die allgemeine Motorisierung bedeutet also in doppelter Hinsicht einen Gefahrenherd, vor allem im Bereich großer Städte, und zwar durch die Anreicherung des Bleigehaltes und krebserregender Stoffe in der Atemluft und in der gesamten Umwelt.

Wenn ich einleitend sagte, daß die menschliche Gesellschaft von den technisch-naturwissenschaftlichen Errungenschaften in vielen Belangen überrollt wurde, so ist der chemische Pflanzenschutz

sicher eines der lehrreichsten Beispiele. Ende der Vierziger-Jahre hatte er schon weltweite Verbreitung. Nochmals muß ich darauf hinweisen: Erst um diese Zeit, nach zehnjähriger schwieriger Forschungsarbeit wurde erstmals bekannt, daß der Grundsatz „sola dosis facit venenum“ nicht mehr für alle Bereiche Gültigkeit hat. Diese neue Erkenntnis, die zur Aufstellung eines neuen toxikologischen Begriffes führte (Summationsgiftwirkung), konnte sich, wie das bei neuen Erkenntnissen meist der Fall ist, nur langsam durchsetzen. Selbst heute ist sie noch nicht Allgemeingut! Ohne entsprechend ausreichende Grundlagenforschung hatte aber inzwischen der chemische Pflanzenschutz weltweite Verbreitung erreicht. Zu Beginn dieser Ära wußte man noch nichts über die Stabilität der chlorierten Kohlenwasserstoffe, nichts über ihren Verbleib und das Verhalten im Warmblüterorganismus, nichts über den möglichen Metabolismus in der Pflanze, nichts über eine mögliche Aufnahme aus dem Boden, auch wußte man nichts über die Wege, die diese Verbindungen einschlagen können, sind sie einmal in das Freiland ausgebracht und damit jeglicher Kontrolle entzogen. Gerade in dieser Hinsicht verwies man immer wieder auf den bekannten Ausspruch von Paracelsus hinsichtlich Dosis und Giftwirkung, wenn Bedenken geäußert wurden, daß Rückstände im Nahrungsgut vielleicht bedenklich sein könnten. Zu Beginn der chemischen

Pflanzenschutzera wußte man es aber nicht anders. Dadurch aber konnte der chemische Pflanzenschutz und auch andere chemische Maßnahmen zu einem ernstem Problem werden, dem wir nun in seiner ganzen Komplexizität gegenüber stehen.

Daß der chemische Pflanzenschutz heute eine Notwendigkeit geworden ist, bleibt unbestritten, und daß in den Vierzigerjahren der unrichtige Weg eingeschlagen wurde, kann man niemandem zum Vorwurf machen. Wir haben uns eben in eine chemische Sackgasse hineingesteuert, aus der sehr schwer herauszufinden ist. Für manche Probleme hat die unbedingt nötige Grundlagenforschung eingesetzt, kommt aber aus nahe liegenden Gründen nur langsam voran. Es ist zu hoffen, daß der sich bereits günstig auswirkende integrierte Pflanzenschutz Wege eröffnet, die zu einem biologisch richtigen Pflanzenschutz führen. Gerade auf dem Gebiet des chemischen Pflanzschutzes hat sich gezeigt, daß es biologisch-medizinisch ein Unsinn ist, wenn wir selbst unsere gesamte Umwelt mit persistenten Stoffen versehen, von denen viele mehrere Jahre, einzelne bis zu neun Jahren und mehr im Boden wirksam bleiben. Derartige Verbindungen sind deshalb untragbar, und zwar humanhygienisch und allgemein ökologisch, weil sie in den biologischen Stoffkreislauf eintreten und über die zahlreichen Möglichkeiten von Nahrungsketten von Lebewesen zu Lebewesen

weitergegeben werden (An der Lan 1967, Eichler 1967; Schuphan 1963, 1963 a, 1965, 1966; Wellenstein 1964; Woodwell 1967). Auf Grund ihrer kumulativen Eigenschaften wird die Kumulationshöhe von Organismus zu Organismus immer größer und erreicht bei Endgliedern von Nahrungsketten Höchstwerte. Bei Fische fangenden Möven z. B. wurden Werte von 2700 ppm gefunden. Fische selbst zeigen gelegentlich Werte von mehreren 100 ppm (An der Lan 1966, dort weitere Literatur). So hohe Werte sind Ausnahmen, führen aber, da es sich bei manchen chlorierten Kohlenwasserstoffen um gonadotrope Verbindungen handelt, je nach der Tierart verschieden rasch zu einer verminderten Reproduktionsleistung oder zu geschädigter Nachkommenschaft (An der Lan 1969).

Sehr kleine Mengen, in Teilen pro Milliarde, scheinen aber ebenfalls von Bedeutung zu sein, wie die Erfahrung zeigt und wie es sich im Experiment nachweisen ließ. Junge Atlantik-Lachse zeigten im Labor, wenn sie unter dem Einfluß von nur 10—15 Teile DDT pro Milliarde standen eine veränderte Verhaltensweise. Sie suchten nicht mehr die für sie sonst üblich temperierten Wasserschichten auf, sondern jene, deren Temperatur um 14° höher lag (Udall 1966). Es scheint sich immer deutlicher herauszustellen, daß sehr kleine Dosen von chlorierten Kohlenwasserstoffen ständig aufgenommen viel wirksamer sind, als größere innerhalb

längerer Zeitabschnitte. Es ist bekannt, daß manche stabile Pflanzenschutzmittel eine Affinität zu den Gonaden haben und daß über einen uns nicht näher bekannten Wirkungsmechanismus die Nachkommenschaft geschädigt werden kann. Bei Vögeln schlüpfen aus Eiern mit nur 2 ppm DDT nur teilweise Junge. Durch manche dieser Stoffe wird auch die Eiproduktion stark reduziert, auch durch einige Fungizide aus der Gruppe der Thirampräparate“ (An der Lan 1969). In den Eiern des Bermuda-Sturmvogels (*Pterodroma cahow*) wurden durchschnittlich 6,4 ppm DDT nachgewiesen, was seit der zweiten Hälfte der Fünfzigerjahre zu einer linearen jährlichen Abnahme der Nachkommenschaft von 3,25% geführt hat, sodaß mit einem baldigen Aussterben dieses Vogels zu rechnen ist (Wurster 1968). Beim Flußadler (*Pandion haliaetus*) geht bei einem Durchschnittsgehalt von 3 ppm in den Eiern die Nachkommenschaft ebenfalls stark zurück. Die Reaktion der einzelnen Arten scheint stark unterschiedlich zu sein, denn in Fasan-Eiern fand man bis zu 300 ppm DDT. So weit bisher bekannt schlüpfen aus solchen Eiern nur teilweise Junge und diese sind meist nicht lebensfähig. Wie eine Kumulation derartiger Stoffe in männlichen Gonaden sich auswirkt, darüber kann im Hinblick auf Nachkommenschaftsschädigungen noch nichts ausgesagt werden. Es ist bekannt, daß gelegentlich in diesen Gonaden sehr hohe Werte gefunden wur-

den, wie etwa in den Testes von Jagdfasanen, die bis zu 1500 ppm enthielten (Bryson 1950, Burlington 1950).

Säuger reagieren auf eine Kumulation dieser Stoffe durch eine verminderte Reproduktionsleistung, durch Sterilität der Weibchen oder zeigen Schäden erst in den Nachkommenschaftsgenerationen (Näheres bei An der Lan 1969). Im Säugerorganismus kumulierende Stoffe können über die Milchdrüsen ausgeschieden werden, sodaß das Jungtier schwere Störungen erkennen lassen kann, obwohl am Muttertier keine klinischen Symptome zu erkennen sind (Kästli 1953). Inwieweit der Foetus einen Schaden erleiden kann, die Placenta bildet keine Barriere für DDT, ist noch nicht bekannt. Bei menschlichen Embryonen wurden Werte von 5 ppm nachgewiesen (Wellenstein 1964).

Da alle chlorierten Kohlenwasserstoffe neurotoxisch sind, ergibt sich in letzter Zeit ein schwerwiegendes Problem: die genaue physiologische Wirkung auf das ZNS (Zentralnervensystem). Hinsichtlich dieses Systems haben Tierversuche eine besondere Bedeutung, da die biochemische Arbeitsweise des ZNS bei Wirbeltieren und beim Menschen gleich ist, somit Versuchsergebnisse direkt auf den Menschen übertragbar sind. Jüngste Arbeiten am Laboratorium für Neuropathophysiologie in Budapest haben gezeigt, daß DDT in der Lage ist, das EEG des Rattengehirnes zu beeinflussen.

Die Versuchstiere erhielten in ihrer Nahrung 40, 20, 10, 5 und 2,5 mg/kg DDT. Die Veränderung am EEG zeigt sich in einer deutlichen Erhöhung der Amplitude und der Frequenz. Bisher nahm man an, daß Ataxie-Erscheinungen die ersten Symptome einer Intoxikation seien. Die Veränderungen am EEG setzen aber früher ein: Bei 40 mg/kg nur wenig früher als die Ataxie, interessanterweise aber bei 20 mg/kg schon vier Wochen vor der Ataxie. 10 mg/kg waren eben noch wirksam, Mengen unter diesem Wert blieben wirkungslos. Wirkungslos zumindest in Bezug auf die gegenwärtigen Nachweismethoden (näheres bei Desi 1966).

In diesem Zusammenhang interessiert, daß die mit DDT belasteten Versuchsratten an Schlaflosigkeit litten. Wurden diese Tiere für bestimmte Zwecke mit Nembutal narkotisiert, so benötigten diese eine wesentlich höhere Menge des Narkotikums, als die DDT-freien Kontrolltiere. Da das Nembutal am Gehirnstamm angreift, so war der Schluß naheliegend, daß das DDT in diesem Gehirnstamm Erregungsherde bildet. Zur Zeit ist noch nicht bekannt, was dies neurophysiologisch und damit für die gesamte Physiologie des Organismus bedeutet (Desi 1966).

Wenn wesentlich geringere DDT-Mengen durch unsere gegenwärtigen Nachweismethoden nicht faßbar sind, so sagt dies noch nicht, daß nicht doch eine Wirkung hinsichtlich der Physiologie des ZNS

gegeben ist. Ich verweise in diesem Zusammenhang nochmals auf das veränderte Verhalten junger Atlantik-Lachse. Wodurch dieses veränderte Verhalten bedingt ist, darüber läßt sich zur Zeit nichts sagen. Vielleicht bietet sich in Zukunft eine Erklärungsmöglichkeit dadurch an, daß, wie experimentell nachgewiesen werden konnte, DDT in der Lage ist das Ionenmilieu an Nervenmembranen zu ändern, womit auch das Elektropotential in dem betreffenden Bereich verändert ist (Naharashi 1967).

Wie andere chlorierte Kohlenwasserstoffe in sehr geringen Mengen auf das ZNS bei Warmblütern wirken ist noch nicht bekannt. Gemeinsam ist allen, daß sie in höheren Konzentrationen vorwiegend auf die motorischen Zentren der hinteren Extremitäten wirken, sodaß Lähmungserscheinungen auftreten. Derartige Erscheinungen wurden bisher als erste Intoxikationserscheinungen angesehen. Wenn DDT im Gehirnstamm bestimmte Zonen in einen Erregungszustand versetzen kann, so ist die Frage naheliegend, wo andere Verbindungen dieser Stoffgruppe auf das ZNS einwirken. Vom Insektengehirn wissen wir schon längere Zeit, daß z. B. Heptachlor selektiv auf bestimmte Ganglienzellen der höheren Assoziationszentren einwirkt (Lhoste 1956), wobei diese irreversible Schäden erleiden. Die Kenntnis gerade dieser Dinge ist von größter Bedeutung. Es ist nämlich nicht auszudenken, daß

unter Umständen durch das Vorhandensein solcher stabiler Verbindungen im ZNS auch die Verhaltensweise des Menschen sich ändern könnte.

Ein Biologisch-Medizinisches Problem eigener Art ergibt sich aus der Anwendung mancher Herbizide. Es war Schuphan (1963, 1963 a), der erstmals darauf aufmerksam gemacht hat. Das an sich nur wenig toxische „2, 4-D“ (2,4-Dichlorphenoxyessigsäure) wirkt auf bestimmte Pflanzen toxisch, auf viele andere überhaupt nicht, zumindest nicht sichtbar. Schuphan konnte nun nachweisen, daß die Inhaltsstoffe mancher Pflanzen, auf die das „2,4-D“ nicht wirkt, in einer uns nicht näher bekannten Weise verändert werden. Werden solche äußerlich vollkommen normal aussehende Pflanzen oder deren Früchte an Versuchstiere verfüttert, so ergibt sich zunächst an diesen nichts besonderes. Wohl stellen sich aber bei der Nachkommenschaft schwerste Schäden ein. Diese Entdeckung Schuphans erachte ich als ebenso bedeutsam, wie die Entdeckung der Summationsgiftwirkung von Drukrey. Diese Feststellung erachte ich deshalb von besonderer Bedeutung, weil es wenig wahrscheinlich ist, daß diese Eigenschaften (die Abänderung pflanzlicher Inhaltsstoffe) nur auf einen Stoff einer bestimmten Stoffgruppe beschränkt sein sollte. Der molekulare Umbau pflanzlicher Inhaltsstoffe kann vielleicht von einer Reihe von Verbindungen bewirkt werden, nicht nur durch Pflanzenschutzmit-

tel. Aus dem Gebiet der anorganischen und organischen Chemie wissen wir, daß ein geringfügiger Umbau eines Moleküls, oder nur eine andere Substitution an einer einzigen Stelle, grundlegend andere physiologische Wirkungen nach sich zieht. Die Anwesenheit körperfremder persistenter Stoffe im pflanzlichen Organismus, kann also, wie es am Beispiel des „2,4-D“ gezeigt wurde, zu molekularen Umlagerungen der spezifischen Inhaltsstoffe führen, was unter Umständen vom Verbraucherorganismus nicht vertragen wird, oder in ihm zu physiologischen Veränderungen führt, die sich erst bei der Nachkommenschaft auswirken.

Auf einige wichtige Gefahren und Probleme, wie sie der allgemeine technische und naturwissenschaftliche Fortschritt gebracht hat, habe ich aufmerksam gemacht. Die Überlegungen werden aber wesentlich komplexer, ja kaum noch überschaubar, wenn man folgendes bedenkt: Auf die belebte Welt und die menschliche Gesellschaft wirken nicht einzelne Stoffe, nicht nur Industrieabgase allein, nicht nur cancerogene Verbindungen, nicht nur Blei und nicht nur einzelne Verbindungen aus der Vielfältigkeit der Pflanzenschutzmittel. Das Gegenteil ist der Fall! Alle zusammengenommen wirken gleichzeitig, allerdings, je nach der Industrielandschaft und je nach der Beschäftigungsart, wird die eine oder andere Komponente überwiegen. Immer aber ist es eine Vielfalt von Stoffen die einwirken, auch

solche von denen hier nicht die Rede war, wie verschieden zusammengesetzte Kunstdünger oder Detergentien. Die physiologische Auswirkung einer Substanz läßt sich im Tierversuch klären. Dieselbe Substanz kann sich aber in Gegenwart anderer Verbindungen völlig anders verhalten. Ein Forschungsgebiet, das noch kaum angegangen wurde. Es ergeben sich unter Umständen Wirkungsarten, von denen wir heute nichts oder nur wenig wissen. Eichholtz hat diese Situation mit dem Begriff der toxischen Gesamtsituation gekennzeichnet, der die menschliche Gesellschaft ausgesetzt ist. Was bedeutet es wenn mehrere chlorierte Kohlenwasserstoffe im Warmblüterorganismus kumulieren? Wie verhalten sich andere Fremdstoffe in Gegenwart von Pflanzenschutzmitteln? Was geht im Freiland vor sich, wenn Düngemittel, Pestizide, cancerogene Verbindungen und Detergentien im Boden oder in stehenden Gewässern zusammentreffen? Es handelt sich hier um Vorgänge, die ich ganz allgemein als biologische Co-Effekte bezeichnen möchte. In der Medizin spricht man z. B. von einer Co-Carcinogenese, von einer Krebsentstehung durch zusammenwirken zweier Stoffe. In dieser Hinsicht eröffnet sich uns ein kaum überschaubares Arbeitsfeld für die Biochemie, Pharmakologie und Toxikologie und damit letzten Endes für die allgemeine Biologie und Medizin. Wer hätte vor wenigen Jahren vermutet, daß die Toxizität mancher Phosphor-

säureester im Boden durch die Anwesenheit von Detergentien wesentlich steigen kann?

Aus dem Wenigen hier gesagten ergibt sich, daß die vorhin genannten Gebiete der Biochemie, Pharmakologie und Toxikologie schon in nächster Zukunft eine früher nie geahnte Erweiterung erfahren werden, vor allem im Bereich minimaler und minimalster Dosen. Ein völlig neuer Bereich wird sich vor uns auftun, einer der weitgehend unabhängig ist von dem „sola dosis facit venenum“, der aber alle einschlägigen Forschungsgebiete vereinen wird im Bereich der Molekularbiologie im weitesten Sinn. Die gegenwärtig lebende menschliche Gesellschaft steckt, wie ich schon sagte, in einer chemischen Zwangsjacke, in die sich selbst ungewollt begeben hat und die von dem amerikanischen Ökologen Woodwell (1967) treffend charakterisiert wird, wenn er wörtlich sagt: „What has been learned about the dangers in polluting ecological cycles is ample proof that there is no longer safety in the vastness of the earth“.

A n d e r L a n

Literaturverzeichnis:

- A n d e r L a n, H., (1966): The present situation of toxicology in the field of crop protection. — Residue Reviews, Vol. 15: 31—43.
- A n d e r L a n, H., (1967): Biologische Probleme durch die Chemisierung unserer Umwelt. — „Universitas“, 22. Jahrg. H. 6, 579—588.

- An der Lan, H., (1969):** Schädigungsmöglichkeiten der Nachkommenschaft durch Pflanzenschutzmittel. — In Druck bei Zentralbl. österr. Ges. Mikrobiol. u. Hygiene.
- Bryson, M. J., C. I. Draper, J. R. Harris, C. Biddulph, D. A. Greenwood, L. E. Harris, W. Binns, M. L. Miner and L. L. Madsen (1950):** DDT in eggs and tissues of chickens fed varying levels of DDT. — Adv. Chem. Series 1, 232.
- Burlington, H., and V. F. Lindemann:** Effect of DDT on testes and secondary sex characters of white leghorn cockerels. — Proc. Soc. Expt. Biol. Med., 74, 48.
- Desi J., Farkas, J. and T. Kemeny, (1966):** Changes of central nervous Function in response to DDT administration. — Acta Physiol. Acad. Scient. Hungaricae, T. 30, 275.
- Druckrey, H., (1954):** Beiträge zum Mechanismus der Carcinogenese. — Acta Union Intern Contre le Cancer, 10, 13.
- Druckrey, H., (1957):** Cancer prevention. — Acta Union Intern. Contre le Cancer. — 13, 13.
- Eichler, W. D., (1967):** Die augenblickliche Problematik der Insektizidanwendung. — Schr. Ver. Verbrtg. naturwiss. Kennt. i. Wien. — 107, 97—136.
- Elster, H. J., H. Lehn H. Loßnitzer, M. Knorr und F. Pöpel, (1963):** Bodensee-Projekt der deutschen Forschungsgemeinschaft. — Fr. Steiner Verlag. Wiesbaden.
- Kästli, P., (1953):** Die Ausscheidung von toxisch wirkenden Stoffen durch die Milchdrüse mit besonderer Berücksichtigung der Insektizide. — Schweiz. Arch. Tierheilkd., 95, 171.
- Lhoste, J. et A. Roche, (1956):** Action de l'Heptachlore sur les ganglions cérébroïdes de la blatte *Blabera fusca* Br.. — Arch. d'Anat. microscop. et de la Morphologie exper., T. 45, No. 4.

- Narahashi, T. and H. G. Haas, (1967): DDT: Interaction with Nerve Membrane Conductance Changes. — *Science* 157, No 3759, 1438.
- Schuphan, W., (1963): Gesundheitsschäden durch Pflanzenschutzmittel? — *Der Landarzt*, 39, 1217.
- Schuphan, W., (1963 a): Aktuelle Pflanzenschutzprobleme in ihrer möglichen Auswirkung auf die Gesundheit von Tier und Mensch im Spiegel lebensmittelrechtlicher Bestimmungen. — *Qualitas plant. et materiae veget.*, IX, 337.
- Schuphan, W., (1965): Pflanzenschutzprobleme im Spiegel der Qualitätsforschung. — *Anzeig. Schädlingskd.*, 38, 97 u. 117.
- Schuphan, W., (1966): Die Beeinflussung des biologischen Stoffkreislaufes durch körperfremde Substanzen. — *Informationsbl. Nr. 13, FEG*, 1.
- Udall, St. L., (1966): Über die Gefahren der Pestizide für die Umwelt. — „Wandernde Gifte“, Pestizide in der Umwelt. — *Boden u. Gesundh. e. V.*, Langenburg.
- Wellenstein, G., (1964): Die Chemotherapie in Land- und Forstwirtschaft. Erfolge, Problematik und Gefahren. — *Schriftenr. forstl. Abtlg. Albert-Ludwigs Univ. Freiburg i. Br.*, 4.
- Woodwell, G. M., (1967): Toxic Substances and Ecological Cycles. — *Scientific American*, 216, 24.
- Wurster, C. F. Jr. and A. S. Meyer; (1968): DDT residues and Declining Reproduction in the Bermuda Petrel. — *Science* 159, No 3818, 979.

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: 1968

Band/Volume: [108](#)

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

Artikel/Article: [Einige Betrachtungen zur Chemisierung unserer Umwelt durch den zivilisatorischen Fortschritt. 25-45](#)