

fung von Pestiziden“ warnte. KURT TUCHOLSKY würde ihn sicher zum „Dorfkaplan der IG-Farben“ ernennen.

Menschenwürdigeres Verständnis von ärztlicher Fürsorge beweisen dagegen diejenigen Ärztinnen und Ärzte, die sich mutig öffentlich gegen die ständig steigende Verschmutzung mit gesundheitsschädlichen chemischen und radioaktiven Produkten und Emissionen zur Wehr setzen — viele von ihnen haben sich im Ökologischen Ärztenbund und als „Ärzte gegen den Atomkrieg (IPPNW)“ zusammengeschlossen — und sich in gewissenhafter Ausübung präventiver Medizin rechtzeitig schützend vor ihre Mitmenschen gestellt, damit sie nicht zu Patienten werden. Das beste Beispiel ist der wachsende erfolgreiche Widerstand von Ärzte-Initiativen gegen die Gesundheitsrisiken drohender Müllverbrennungsanlagen.

Wertvoll könnte dieses Buch aber besonders den Anwendern von Pestiziden werden, wenn sie erkennen, daß manche Beeinträchtigung von Gesundheit und Widerstandskraft, manche „unerklärliche Krankheit“, die deutlich erhöhte Krebshäufigkeit bei landwirtschaftlichen Berufen möglicherweise von den Pestiziden herrühren. Wenn sie erkennen, daß sie eine jahrzehntelang von Großagrariern und Chemischer Industrie diktierte umweltfeindliche EG-Politik zu Handlangern degradierte, die — in Leibeigenschaft von Chemischer Industrie und Banken — abhängig gemacht wurden vom teuren Chemiecocktail, den sie — Beispiel Atrazin — süchtig noch aufkaufen, wenn die Zulassung bereits entzogen ist. Wenn sie erkennen, daß der Bauernführer FREIHERR VON HEEREMAN im Aufsichtsrat der Firma Bayer wohl kaum den Pestizidumsatz drosseln oder gar die Vorzüge des giftfreien Ökologischen Landbaus vertreten soll. Wie lange noch ertragen dies unsere Bäuerinnen und Bauern? Wir alle müssen ihnen helfen, dieses Joch abzuschütteln, sie zum Verweigern zu ermutigen indem wir ihre giftfrei erzeugten Produkte, die übrigens auch viel besser schmecken als „konventionell“ erzeugte, bevorzugen. Wir alle müssen uns wehren gegen die chemiehörige Politik der schleichenden Vergiftung, gegen die eigennützige Politik der Mittelmäßigen — in Bonn und anderswo.

Kiel, im Februar 1990

Prof. Dr. Otmar Wassermann

I. EINFÜHRUNG

Gesundheitsgefährdungen durch Pestizide: Wirklichkeit oder Einbildung?

WOLFGANG BÖDEKER / CHRISTA DÜMMLER

Der vorliegende Band handelt von Vergiftungen durch Pestizide und unterstellt somit, daß es einerseits Stoffe gibt, deren Verwendungszweck den Namen Pestizide rechtfertigt und andererseits, daß durch diese Vergiftungen hervorgerufen werden. Beide Aspekte dürften in der hier angestrebten Allgemeinheit insbesondere in der BRD nicht unstrittig sein. Es gilt also zunächst, die Sprechweise zu klären.

Pestizide als Gegenstand von Definitionen

Der Begriff Pestizide ist sowohl in der wissenschaftlichen Literatur (pesticides) als auch in deutschsprachigen Lehrbüchern der Toxikologie und Phytopharmakologie gut etabliert (vgl. ARIENS, MUTSCHLER und SIMONIS, 1978; MÜLLER, 1986) und wird dort synonym mit „Pflanzenschutzmittel“ gebraucht. Während auch internationale wissenschaftlich/behördliche Organisationen wie die Weltgesundheitsorganisation (WHO) und die Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen (FAO), Pestizide in einer gemeinsamen Definition zum festen Bestandteil ihrer Nomenklatur machten¹⁾, haben offenbar bundesdeutsche Behörden und besonders Vertreter der chemischen Industrie hierbei größte Bedenken. Die Biologische Bundesanstalt als oberste Zulassungsbehörde von Pestiziden etwa verweist auf die vom Gesetzgeber vorgegebenen Begriffsbestimmungen, nach denen lediglich „Pflanzenschutzmittel“ Gegenstand behördlicher Maßnahmen sein können. Vertreter und Verbände der chemischen Industrie schließen sich diesen Sprachregelungen an und lassen erkennen, daß sie den

¹⁾ Pesticide means any substance or mixture of substances intended for preventing or controlling any pest and includes any substance or mixture of substances intended for use as a plant-growth regulator, defoliant or desiccant. (FAO/WHO, 1983).

Begriff Pestizide mit seiner negativen Belegung für ungeeignet halten das öffentliche Ansehen dieser — ohnehin zunehmend in Kritik geratenen — Stoffe zu fördern. Hieran gemessen werden die in der BRD beharrlich betriebenen Begriffsdifferenzierungen und mühevollen Exegesen (vgl. MÜLLER, 1971) erklärbar: Ziel scheint nicht die sprachliche Verdeutlichung eines Bestimmungszweckes zu sein, sondern — mit marktwirtschaftlicher Orientierung — die Vergrößerung der öffentlichen Akzeptanz des chemischen Pflanzenschutzes. Während nun die offizielle Definition: „Pflanzenschutzmittel sind Stoffe, die dazu bestimmt sind a) Pflanzen vor Schadorganismen oder nicht parasitären Beeinträchtigungen zu schützen, ...“ (PflSchG, § 2, Abs. 1) bereits durch die Berücksichtigung von Unkrautvernichtungsmitteln widersprüchlich wird, eignet sich der Begriff Pestizide zur Hervorhebung der Philosophie des chemischen Pflanzenschutzes, nach der bestimmte Gruppen von Lebewesen als den menschlichen Interessen abträglich und somit als schädlich definiert werden. Die definierten Schädlinge (pests) werden sodann mit chemischen Mitteln bekämpft, wodurch letztere zu Schädlingsbekämpfungsmitteln (Pestiziden) werden.

Was also sind Pestizide?

Das Pestizid Aktions-Netzwerk (PAN, 1989 a) definiert wie folgt: „Pestizide sind Mittel, die gezielt eingesetzt werden, um Organismen, die als Schädlinge definiert werden, auf chemischem Wege abzutöten oder zu schädigen. Zu den Pestiziden gehören neben allen möglichen -ziden (von Akariziden bis hin zu Rodentiziden) auch Attractants (Lockstoffe), Pheromone (Botenstoffe, Duft- und Warnstoffe), Repellents (Abwehrstoffe) und Sterilantien (Mittel zur Unfruchtbarkeitsmachung von Schädlingen) sowie Wuchsstoffe und andere Wachstumsregulatoren (-hemmer, -verzögerer) und Hormone; Begasungs-, Vergällungs-, Entseuchungs-, Desinfektions-, Konservierungs-, Textilbehandlungsmittel; Keimungshemmer und Beizmittel; chemische Waffen sowie die jeweiligen Zusatzstoffe wie Netz- und Haftmittel, Lösungsmittel, Trägerstoffe, Emulgatoren, Antioxidantien, Mittel zur Vermeidung von Spritzflecken (u. a. bei der letzten Spritzung), Entschäumer und alle produktions- und verpackungsbedingten Verunreinigungen dieser Mittel und Zusatzstoffe.“

Mit einem Inlandseinsatz von ca. 30 000 Tonnen bei einem Marktwert von 1,3 Milliarden DM stellen Pestizide eine sowohl ökologisch als auch ökonomisch bedeutsame Gruppe von Umweltchemikalien dar.

Wirkstoffe und Zielorganismen

Der Begriff Pestizide umfaßt neben den mengenmäßig bedeutsamsten Herbiziden (Unkrautvernichtungsmitteln), Insektiziden (Insektenbekämpfungsmitteln) und Fungiziden (Mittel gegen Pilze) auch etwa Akarizide (Mittel gegen Milben), Nematizide (gegen Würmer) und Rodentizide (gegen Nager), denen ein relativ geringer Anteil am BRD-Inlandsmarkt zukommt.

In obiger Aufzählung sind zwei verbreitete Mißverständnisse angelegt. Einerseits nämlich die Vorstellung, die verschiedenen -zide würden Pestizidgruppen bezeichnen, innerhalb derer recht ähnliche chemische Substanzen zum Einsatz kommen, und andererseits es handele sich hierbei um Stoffe, die lediglich („selektiv“) Wirkungen bei definierten Schädlingen als Zielorganismen hervorrufen.

Pestizide stellen demgegenüber auch innerhalb der einzelnen Untergruppen sehr verschiedene chemische Substanzen dar, die auf Lebewesen diverse schädigende Einflüsse ausüben. Herbizide schädigen Pflanzen etwa auf so verschiedene Weisen wie durch Eingriff in die Photosynthese, die Blockade des Elektronentransportes, die Hemmung der Energieübertragung, die Beeinflussung der Carotinoid-Biosynthese, der Keimungshemmung oder der direkten Membranbeeinträchtigung. Viele Insektizide vermögen auf unterschiedliche Art die Reizleitung im Nervensystem zu schädigen, andere greifen etwa in die Ausbildung des Chitingerüsts oder direkt in die Atmung von Insekten ein. Zu Rodentiziden zählen z. B. sowohl Stoffe, die durch Eingriff in die Blutgerinnung zum Verbluten betroffener Tiere führen, als auch Stoffe die als Vitamin B₆ Antagonisten ein Versagen des Atem- und Kreislaufzentrums hervorrufen.

Für die meisten der etwa 300 derzeit in der BRD als Pestizide zugelassenen Wirkstoffe sind die genauen Wirkmechanismen bislang ungeklärt.

Grundsätzlich aber verfügen chemische Stoffe, die als Pestizide eingesetzt werden über die Eigenschaft, in lebenswichtige Stoffwechselfor-

gänge von Organismen einzugreifen. Hierin liegt auch die Ursache dafür, daß Pestizide im allgemeinen als wenig selektiv betrachtet werden müssen: Herbizide verursachen Wirkungen ebenfalls in Wirbeltieren, Insektizide können gegen Pilze und Fungizide gegen Pflanzen verwendet werden.

Pestizide haben somit neben definierten Zielorganismen immer auch unbestimmte Nicht-Zielorganismen, hierunter auch den Menschen.

MURPHY (1986) beschreibt dies folgendermaßen: „Pesticides occupy a rather unique position among the many chemicals that man encounters daily, in that they are deliberately added to the environment for the purpose of killing or injuring some form of life. Ideally their injurious action would be highly specific for undesirable target organisms and noninjurious to desirable, nontarget organisms. In fact, however, most of the chemicals that are used as pesticides are not highly selective but are generally toxic to many nontarget species, including humans, and other desirable forms of life that inhabit the environment“.

Stoffwirkungen und der Nicht-Zielorganismus Mensch

Pestizide vermögen aufgrund ihrer pharmakologischen Eigenschaften hemmend bzw. schädigend in Stoffwechselvorgänge des Menschen einzugreifen und müssen somit als Gifte betrachtet werden. Pestizidvergiftungen sind nur in wenigen Fällen durch stofftypische Vergiftungssymptome gekennzeichnet, während im allgemeinen von unspezifischen Krankheitsbildern ausgegangen werden muß. Hierzu gehören (vgl. JOSEPHANS; ENGLERT et al.; jeweils in diesem Band): Müdigkeit, Abgeschlagenheit, Kopf- und Gliederschmerzen, Konzentrationsstörungen, Schwächegefühl, Kreislaufstörungen, Schwindel, Übelkeit, Erbrechen, Sehstörungen, Empfindungsstörungen der Haut, Ausschlag, Hautjucken, Zittern, Schreckhaftigkeit, Krämpfe etc. (HAYES, 1982; MOESCHLIN, 1986; HALLENBECK und CUNNINGHAM-BURNS, 1985). Lediglich für wenige Stoffe sind darüber hinaus charakteristische Wirkungen beim Menschen beschrieben, wie etwa die Hemmung der Cholinesterase durch Phosphorsäureester und Carbamate (vgl. M. NICKLAUS, in diesem Band).

Während nun unstrittig ist, daß obige Symptome beim Menschen durch Pestizidwirkung hervorgerufen werden können, ist der Rückschluß

von vorhandenen Krankheitsbildern auf die verursachende Noxe alles andere als einfach. Im Falle des plötzlichen Auftretens behandlungsbedürftiger Gesundheitsstörungen, die sich in geläufigen Vergiftungssymptomen äußern (s. Übersicht, S. 16) dürfte der Verdacht auf eine Pestizidvergiftung auch im Rahmen einer medizinischen Routinediagnostik auftreten und durch die Abklärung der dann meist erinnerbaren Stoffexposition erhärtet oder verworfen werden. Derart diagnostizierte Vergiftungen sind Grundlage der offiziellen Zurkenntnisnahme und Diskussion von Pestizidvergiftungen. Diese finden sich in internationalen und nationalen Statistiken wieder und sind für die BRD mit jährlich mindestens 20 000 zu beziffern, von denen ca. 485 tödlich verlaufen (BÖDEKER, in diesem Band).

Ganz anders aber im Fall der unspezifischen Vergiftungsbilder. Diese sind häufig Ergebnis einer unbemerkten Exposition gegenüber Pestiziden oder treten erst nach gewisser Zeit eines andauernden Kontaktes auf. Merkmal solcher Vergiftungen sind vordergründig oft weniger schwerwiegende Gesundheitsstörungen, die durch geringe Dosen von Pestiziden ausgelöst werden. Liegt also nicht a priori bereits ein Verdacht vor, so wird hier im Regelfall die Ursache der Beschwerden in organischen oder psychosomatischen Erkrankungen gesucht werden. Diese möglichen Pestizidvergiftungen entziehen sich somit der offiziellen Zurkenntnisnahme.

Besonders schwerwiegend ist in diesem Zusammenhang, daß gerade auch Vergiftungen mit unspezifischen oder gar für längere Zeit ausbleibenden Symptomen zu Spätfolgen führen können. So schätzt die amerikanische Akademie der Wissenschaften die Zahl der durch Pestizidrückstände in Nahrungsmitteln bedingten Krebstoten auf 20 000 jährlich (vgl. HIEN, in diesem Band). Die Exposition gegenüber Phosphorsäureestern und Carbamaten wird darüber hinaus mit Anämien und Leukämien bei Kindern in Zusammenhang gebracht (REEVES, DRIGGERS und KILEY, 1981). Als weitere Spätfolgen einer Pestizidbelastung werden zudem beispielsweise Lähmungen, M. Parkinson, Unfruchtbarkeit und Fehlgeburten diskutiert (SENANAYAKE und KAVALLIEDDE, 1987; BARBEAU et al., 1987; WHORTON et al., 1977; BOPP, 1988; HOUSE OF COMMONS, 1987). Pestizide wirken darüber hinaus auf das menschliche Immunsystem und können zur Hemmung der Immunabwehr als auch zur Auslösung von Allergien

*Übersicht: Medizinisch geläufige Symptome bei Pestizidvergiftungen
(ohne Berücksichtigung von Langzeitwirkungen)*

Wirkstoffe	akute Vergiftungen	chronische Vergiftungen
<i>Chlorkohlenwasserstoffe</i> wie DDT, Aldrin, Endrin, Dieldrin, Lindan	Erbrechen, Parästhesien, Schwäche, Schwindel, Übererregbarkeit, Zittern, Herzschäden, Hyperglykämie, Atemlähmung, Herzkammerflimmern, Schädigung des Knochenmarks, aplastische Anämien	Sensibilisierungen, Überempfindlichkeit, Kopfschmerzen, Übelkeit, Konjunktivitis, Urtikaria, Bauchschmerzen, Durchfälle, schwankender Gang, Kollaps
<i>Phosphorsäureester</i> wie Parathion, E605, Malathion, Diazinon, Dichlorvos	Schweißausbrüche, Blässe, Zyanose, Tachykardie, Hypertonie, psychische Störungen, Angst, Übelkeit, vermehrte Schleimbildung, Atemstörungen, Krämpfe, Durchfall, spontaner Urin- und Stuhlabgang, Bradykardie, Hypotonie, Atemdepression, Lungenödem, Atem- und Herzstillstand	Kann symptomlos verlaufen und ist u. U. nur durch die Bestimmung der Cholinesterase nachweisbar. Eine Kumulation im Körper ist möglich bis hinreichende Senkung der Esteraseaktivität Symptome einer akuten Vergiftung auslöst. Neurologische Spätsymptome wie jahrelange Lähmungen der Arme und Beine, Psychosen, Depressionen, Gedächtnis- und Konzentrationsstörungen, Allergien
<i>Carbamate</i> wie Aldicarb, Carbaryl, Propoxur	Akute und chronische Vergiftungssymptome ähnlich denen der Phosphorsäurevergiftungen. Die Höhe der Plasmacholinesterase ist allerdings nicht mit den Symptomen korreliert, daher Nachweis nur durch Bestimmung der Acetylcholinesterase in Erythrozyten	
<i>Pyrethrum und Pyrethroide</i> wie Permethrin	Reizungen der Binde- und Schleimhäute, Taubheit der Lippen und Zunge, Kopfschmerz, Übelkeit, Erbrechen, Unruhe, Koordinationsstörungen, Durchfall, Koliken, Zittern, Atemlähmung	Allergien, Nervenschädigungen
<i>Bipyridylum-Derivate</i> wie Paraquat, Deiquat	Erbrechen, Bauchschmerzen, Durchfall, Herz-, Lungen- und Nierenschädigungen. Vergiftung kann bis zu 2 Tagen symptomlos bleiben. Tod tritt oft erst nach 2 bis 3 Wochen ein. Vergiftungen sind extrem gefährlich: Letalität 50-75 %	Lungen- und Herzschäden
<i>chlorierte Phenoxycarbonsäuren</i> wie 2,4-D, MCPA	Übermäßiges Durstgefühl, Erbrechen, Zuckungen, steifer Gang, spontaner Urinabgang, Desorientiertheit, Müdigkeit, Koma, Atemlähmung	Nervenschäden, Lähmungen, Schmerzen, Sensibilitätsstörungen

führen (HOUSE OF COMMONS, 1987). DIEL (in diesem Band) betrachtet Struktur-Wirkungs-Beziehungen und gelangt zu einem „Dreckigen Dutzend allergener Pestizide“.

Das eigentliche sozialmedizinisch/epidemiologische Problem der Pestizidvergiftungen liegt also nicht in erster Linie in den beobachteten akuten Erkrankungen, sondern in der nicht auszuschließenden Verursachung von Spätfolgen.

Erörterungsgegenstand dieses Bandes ist die Gesamtheit der durch Pestizide hervorgerufenen Gesundheitsstörungen, die zusammengefaßt als Pestizidvergiftungen verstanden werden sollen.

Wie aber nun erkennt man Pestizidvergiftungen?

Nach schulmedizinisch/toxikologischem Verständnis müssen die zu einer Schädigung führenden Substanzen in entsprechenden Körpermedien wie Blut, Urin oder Mageninhalt analytisch nachweisbar sein. Bei fehlendem Stoffnachweis soll mithin idealerweise eine ursächliche Assoziation von Pestiziden und Krankheitssymptomen ausgeschlossen werden können. Idealerweise, denn im allgemeinen muß davon ausgegangen werden, daß der analytische Nachweis Gesundheitsschäden hervorrufender Stoffe die Ausnahme darstellt. Rückstandsanalysen setzen nämlich voraus (vgl. BALZER in diesem Band), daß einerseits ein Verdacht hinsichtlich infrage kommender Stoffe oder Stoffgruppen besteht, und daß andererseits hierfür geeignete Analysemethoden vorhanden sind und die Stoffe in hinreichend hohen Konzentrationen vorliegen.

Unberücksichtigt bleibt bei den Analysen, daß

- unbekannte Stoffumwandlungen im Körper stattfinden können und die entsprechenden Metaboliten gesundheitsschädlich sein können,
- Individuen verschieden auf Schadstoffwirkungen reagieren und
- Individuen einer Vielzahl von Schadstoffen ausgesetzt sind und sich hieraus Kombinationswirkungen ergeben können.

Das Erkennen von Pestizidvergiftungen kann also nicht in erster Linie von analytischen Nachweisverfahren erhofft werden, sondern durch die Rekapitulation von entsprechenden Stoffexpositionen.

Expositionspfade

Entgegen der verbreiteten Auffassung, daß von Pestizidvergiftungen nahezu ausnahmslos die Anwender (d. h. zumeist Landwirte) betroffen sind, muß hervorgehoben werden, daß gegenwärtig nahezu alle Bevölkerungsgruppen einer Belastung mit Pestiziden ausgesetzt sind.

Während die Anwendung von Pestiziden als direkte Expositionsquelle angesehen werden kann, sind darüber hinaus Belastungen der allgemeinen Bevölkerung durch die ubiquitäre Verteilung dieser Stoffe wesentlich. Pestizide verbleiben einerseits als Rückstände in pflanzlichen bzw. tierischen Lebensmitteln und gelangen somit in die Nahrungskette. Andererseits gelangen sie durch Abdrift und Auswaschung in das Grund- und Trinkwasser. Schließlich verdunsten Pestizide während und nach der Anwendung und führen somit zu hohen Stoffkonzentrationen sowohl am Anwendungsort als auch an weit entlegenen Orten.

PIMENTEL und LEVITAN (1986) schätzen, daß oft nur 0,1 % der ausgebrachten Pestizidmengen die eigentlichen Zielorganismen erreichen, der Rest gelangt unkontrolliert in die Umwelt.

Expositionspfad Anwendung

Unter den Anwendern von Pestiziden ist die Berufsgruppe der Landwirte durch den regelmäßigen, häufigen und engen Kontakt zu Pestiziden besonders ausgezeichnet. HILDEBRAND und SCHÖN (1988) errechneten, „daß im Ackerbau der Zeitanteil für (chemische, die Hrg. Pflanzenschutzarbeiten im Durchschnitt aller Betriebe bei 5,6 % liegt.“ Legt man also eine 40-Stunden-Arbeitswoche zugrunde, so ist ein Landwirt ca. 110 Stunden im Jahr mehr oder weniger direkt Pestiziden ausgesetzt. Berücksichtigt man zudem, daß das Ausbringen von Pestiziden nicht gleichmäßig über ein Jahr verteilt ist, so dürften Expositionsdauern von 10 bis 20 Stunden pro Woche in der Vegetationsperiode nicht unüblich sein.

Demgegenüber scheint das Problembewußtsein dieser Personengruppe bislang wenig ausgeprägt zu sein. Nach einer Untersuchung aus dem Jahre 1981 — die nach Ansicht des Autors noch Gültigkeit hat — gaben 70 % der befragten Landwirte an, beim Ausbringen von Pestiziden keine besondere Schutzkleidung zu tragen (KATALYSE et al., 1987).

Ähnlich scheint die Situation im Gartenbau zu sein, wo offenbar häufig in den Betrieben entweder Schutzkleidung nicht verfügbar ist oder nicht benutzt wird und die Anwender nur wenig über die Toxizität der von ihnen verwandten Produkte informiert sind (GGLF, 1985). Darüber hinaus ist aufgrund des ganzjährigen Unter-Glas-Anbaus von einer kontinuierlichen und aufgrund der schlechten Lüftungsverhältnisse hohen Stoffexposition auszugehen.

Nicht zu vernachlässigen sind im weiteren die Pestizidanwender in Haus- und Kleingärten. HARIS (1988) fand, daß 75 % der in einer Untersuchung befragten Personen aus fünf Orten/Städten Pestizide im Haus- und Kleingarten einsetzen. Bei nahezu der Hälfte hiervon wurden Pestizide mehr als dreimal im Jahr ausgebracht. Die Untersuchung ergab zudem, daß die Anwender nur wenig über nicht chemische Maßnahmen des Pflanzenschutzes informiert sind. Darüber hinaus konnten 60 % der Befragten keine Aussagen über die von ihnen eingesetzten Mengen machen und ließen erkennen, daß die vom Hersteller vorgegebenen Dosierungsanweisungen allenfalls als grobe Richtschnur gedeutet werden. 34 % der Anwender verwandten Mittel der Gefahrenklasse I (giftig), was den Autor zu folgender Einschätzung veranlaßte:

„Dieser Anteil ist relativ hoch und als bedenklich anzusehen, angesichts der Tatsache, daß von den zur Zeit zugelassenen 1848 Mitteln nur 20 % als giftig eingestuft sind“.

Das Vorkommen gesundheitlicher Beschwerden wurde in der Untersuchung nicht erfragt.

Die Anwendung von Pestiziden ist nicht auf das Freiland beschränkt. In mengenmäßig offenbar unbekanntem Maße werden Pestizide im Haus und in Innenräumen zur Entwesung bzw. gegen sogenannte Lästlinge wie Fliegen, Mücken etc. eingesetzt. Da dieser Bereich nicht den Regelungen des Pflanzenschutzgesetzes unterliegt, bedürfen die hier verwandten Pestizide keiner amtlichen Zulassung.

Die toxikologische Bedenklichkeit einer Innenraumanwendung von Pestiziden war wiederholt Gegenstand von Expositionsabschätzungen. Offenbar führt die geringe Durchlüftung von Innenräumen zu hohen Luftkonzentrationen der oft als Sprays oder Nebel eingesetzten Pestizide. Die inhalative Aufnahme wiederum sorgt für einen raschen Übergang und Verteilung der Schadstoffe ins Blut exponierter Personen.

HAYES (1976) schildert folgenden Fall eines 36jährigen Kraftfahrers,

der in dem von ihm bewohnten Campingwagen ein Vernebelungspräparat einsetzte: „Er ging schlafen und erwachte schwitzend zwischen zwei und drei Uhr. Nachdem er ein Glas Wasser getrunken hatte, legte er sich wieder schlafen, um gegen fünf Uhr um Atem ringend erneut zu erwachen. Er ließ sich von einem Polizeiwagen schnellstens zum nächsten — etwa sechs Meilen entfernten — Krankenhaus bringen. Noch während der Fahrt konnte der Mann schweißgebadet erklären, unter welchen Umständen er erkrankt war. Nach sechsminütiger Fahrt verschlechterte sich sein Gesundheitszustand zusehends: er litt unter Erstickungsanfällen, Schweißausbrüchen und sein Körper versteifte sich zunächst, um bei Eintreffen am Krankenhaus völlig zu erschlaffen. Um 5.45 Uhr wurde er für tot erklärt . . . Eine Untersuchung der Aerosoldose wies Pyrethrine (0,25 %) als Insektizide nach“²⁾.

Auch das Bundesgesundheitsamt zeigt sich hinsichtlich der Verwendung von Pestiziden in Innenräumen zunehmend besorgt. In einer Pressemitteilung (BGA, 1989) wurde verlautet:

„Nach Untersuchungen des Bundesgesundheitsamtes können Verdampfungs-, Nebel- und Sprühmittel mit Langzeitwirkung, die gegen Hygieneschädlinge wie Schaben, Fliegen und Ameisen eingesetzt werden, von Wänden, Möbeln usw. aufgenommen und je nach Wirkstoff in den folgenden Wochen bis Monaten wieder auf die Oberflächen abgeschieden und in die Innenraumluft freigesetzt werden (Desorption). Wirkstoffe und deren Abbauprodukte werden insbesondere von porösen Materialien wie Holz, Textilien und Leder sowie glatten, lackierten Gegenständen, Kunststoffen und Mauerwerk desorbiert. Laien sollten solche Mittel nach Ansicht des Amtes möglichst nicht anwenden. . . . Nach den Erfahrungen des Bundesgesundheitsamtes sind in der Regel nur professionelle Schädlingsbekämpfer mit einschlägiger, langjähriger Praxis in der Lage, eine Desorptionssituation fachgerecht einzuschätzen und nach Anwendung der Schädlingsbekämpfungsmittel die jeweils angemessene Dekontaminationsmethode sachgerecht auszuwählen und einzusetzen. Bei vielen gewerblichen und bei den meisten privaten Anwendern solcher Mittel sind hinreichende Kenntnisse hierzu offenbar nicht

²⁾ Pyrethrine und Pyrethroide werden in der BRD ebenfalls als Wirkstoffe in sogenannten „Elektro-Plättchen“ eingesetzt. Die Plättchen werden durch Strom erwärmt, so daß die Wirkstoffe in die Raumluft verdampfen (VUA 1989).

vorhanden. Dies wird durch neuere Zwischenfälle bestätigt, bei denen Vergiftungssymptome wie z. B. Kopfschmerzen, Haut- und Schleimhautreizungen sowie Übelkeit auftraten.“

Expositionspfad Nahrung und Wasser

Akute Vergiftungen durch pestizid-kontaminierte Lebensmittel sind zurückgehend bis in die dreißiger Jahre gut dokumentiert. MURPHY (1986) beziffert in einer Zusammenstellung von 21 epidemischen Pestizidvergiftungen in 16 Ländern die Anzahl vergifteter Menschen mit mindestens 6049, wovon 628 starben. FERRER und CABRAL (1987) dokumentieren 12763 Vergiftungen durch Pestizidrückstände in Lebensmitteln. 1077 dieser auf 22 Vorfälle in verschiedenen Ländern zurückgehenden Vergiftungen verliefen tödlich. Bei den kontaminierten Lebensmitteln handelte es sich vorwiegend um Mehl und Mehlprodukte sowie Gemüse. Viele dieser Massenvergiftungen wurden auf die Anwendung von Pestiziden während des Transportes oder der Lagerung von Lebensmitteln bzw. auf unsachgemäßen Pestizideinsatz im Pflanzenanbau zurückgeführt und folglich strengere Lebensmittelüberwachungen und Vorschriften zur sachgemäßen Anwendung gefordert. Noch 1985 allerdings mußte ein Drittel der US-amerikanischen Wassermelonenernte vernichtet werden, da Rückstände des Pestizids Aldicarb in über 100 Fällen zu Vergiftungen — zum Teil mit Todesfolge — nach deren Verzehr geführt hatten (SNELL, 1986).

Gegenwärtig muß davon ausgegangen werden, daß nahezu keine pestizidfreien tierischen Lebensmittel mehr zum Verzehr kommen. Insbesondere die Chlorkohlenwasserstoffe (wie DDT) sind aufgrund ihrer Persistenz auch nach Jahren ihres Anwendungsverbotes noch in der Nahrungskette vorhanden. Auch die Belastung pflanzlicher Lebensmittel ist beeindruckend. Der Ernährungsbericht 1988 gibt an, daß insgesamt 39 % der untersuchten Produkte mit nachweisbaren Pestizidrückständen belastet sind. In Produkten wie Getreide, Backwaren, Tee, Obst und Wein waren Rückstände in 50 % bis 75 % der Fälle nachweisbar (DGE, 1988).

Die toxikologische Bedeutung solcher nachweisbaren aber mengenmäßig oft geringen Belastungen von Lebensmitteln wird kontrovers diskutiert. Während einerseits nach der Philosophie der Gesetzgebung und

der Behörden im Falle der Unterschreitung festgelegter Höchstmengen eine Gesundheitsgefährdung ausgeschlossen sein soll, wird andererseits die Festlegung der Höchstmengen als unwissenschaftlich und willkürlich kritisiert. Hiernach könne nicht ausgeschlossen werden, daß es durch die langjährige Aufnahme auch kleinster Mengen Schadstoffe zu unvorhersehbaren Wirkungen auf den menschlichen Organismus komme (vgl. KORTENKAMP, GRAHL und GRIMME, 1988).

Unstrittig scheint indes zu sein, daß in körperlichen Streßsituationen wie z. B. Krankheit, Unterernährung, Schwangerschaft die toxischen Wirkungen von Pestiziden um ein Vielfaches gesteigert sein und somit auch geringste Mengen zu gesundheitlichen Schäden führen können (MARQUIS, 1986).

Eine durch den Verzehr von pestizidbelasteten Nahrungsmitteln besonders betroffene Gruppe stellen Kinder dar. Bei der Festlegung erlaubter Rückstandshöchstmengen wird weder berücksichtigt, daß Kinder hinsichtlich ihrer Empfindlichkeit gegenüber Schadstoffen nicht mit Erwachsenen vergleichbar sind, noch wird dem Umstand Rechnung getragen, daß insbesondere Säuglinge und Kleinkinder aufgrund ihrer Ernährungsweise einer besonders hohen Belastung unterliegen. Eine amerikanische Forschungsgruppe errechnete, daß mit 5 500 bis 6 200 zusätzlichen Krebsfällen bei den derzeitigen amerikanischen Vorschulkindern wegen des Verzehrs pestizidbelasteten Obsts und Gemüses zu rechnen sei (NRDC, 1989).

Pestizidrückstände finden sich ebenfalls im Grund- und Trinkwasser. Annähernd 20 % der in der BRD zugelassenen Wirkstoffe sind dort bereits nachgewiesen worden (SCHMITZ, 1990). Rund 10 — 20 % der 6300 bundesdeutschen Wasserversorgungsunternehmen werden die seit dem 1. 10. 1989 geltenden Höchstmengen an Pestizidrückständen im Trinkwasser nicht einhalten können. Um das Trinkwasser dennoch verkehrsfähig zu halten, empfahl das Bundesgesundheitsamt für 94 Pestizide Ausnahmeregelungen, nach denen die ansonsten EG-weit verbindlichen Grenzwerte bis zum 100fachen überschritten werden dürfen (PAN, 1989 c). Gegen die BRD ist derzeit wegen der dürftigen Trinkwasserqualität und der mangelhaften Umsetzung der EG-Trinkwasser-Richtlinie eine gerichtliche Klage der EG anhängig.

Expositionspfad Luft

Daß Pestizide über weite Strecken auf dem Luftwege verfrachtet werden können, wurde durch Funde etwa von DDT im arktischen und antarktischen Eis unter Beweis gestellt. Erklärungen hierfür wurden im allgemeinen in der großflächigen Ausbringung dieser Stoffe durch Flugzeuge und Hubschrauber gesucht. Hierdurch kommt es zur feintröpfigen Verteilung der Pestizide, wodurch diese durch Verwirbelungen und den Luftaustausch in höhere atmosphärische Schichten geraten.

Gegenwärtig wird davon ausgegangen, daß nahezu 25 % der in der BRD eingesetzten Pestizide, mithin also ca. 7500 Tonnen jährlich, durch Verwehungen großflächig übers Land verteilt werden (GARBE et al., 1989).

Andere Verteilungswege sind vorhanden. In einer Untersuchung der Biologischen Bundesanstalt wurde kürzlich nachgewiesen, daß auch die bodennahe Ausbringung von Pestiziden zu erheblichen Freisetzungen von Pestiziden in die Luft führt. Die Untersuchungen ließen erkennen, daß bereits kurze Zeit nach der Anwendung bis zu 90 % der ausgewählten Pestizide verdunstet waren (BOEHNCKE, SIEBERS und NOLTING, 1989). Diese Ergebnisse gewinnen besondere Bedeutung durch den Umstand, daß das Verdunstungsverhalten nahezu unabhängig von dem Dampfdruck der verwendeten Pestizide war. Bislang war davon ausgegangen worden, daß Pestizide als im allgemeinen schwerflüchtige Substanzen zu keiner nennenswerten Kontamination der Luft führen könnten. In der Zusammenschau mit Funden von erheblichen Pestizidkonzentrationen im Regenwasser und im Nebel (vgl. NICKLAUS in diesem Band), muß davon ausgegangen werden, daß eine ernstzunehmende Exposition und damit Gesundheitsgefährdung auch für Anrainer landwirtschaftlich genutzter Flächen wie auch etwa für Spaziergänger und spielende Kinder gegeben ist. Die Befragungsergebnisse des Wissenschaftsladens Tübingen (vgl. ENGLERT et al., i. d. B.) bestätigen dies.

Pestizidvergiftungen — Wirklichkeit oder Einbildung?

Trotz der hinreichenden Evidenz scheinen Wissenschaftler, Politiker und Behördenvertreter Pestizidvergiftungen oft als eingebildet zu betrachten. MERSCH-SUNDERMANN (in diesem Band) zeigt, daß die

derzeitige wissenschaftliche Methodologie der Wahrnehmung komplexer Zusammenhänge hinderlich ist, und deswegen die Naturwissenschaften nicht in der Lage sind, die Folgewirkungen eines Pestizideinsatzes für Mensch und Umwelt valide abzuschätzen. Unzweifelhaft real sind Pestizidvergiftungen dagegen für die Betroffenen. Neben den gesundheitlichen Beschwerden haben sie häufig das Unverständnis und den Zweifel von Ärzten und Ämtern zu erleiden. Insofern ähnelt deren Situation der der Holzschutzmittelgeschädigten. JÜDT (in diesem Band) schildert wie der Zusammenschluß und die Beharrlichkeit von Betroffenen die ursprünglich ebenfalls als eingebildet betrachteten Holzschutzmittelvergiftungen zu gesellschaftlicher und wissenschaftlicher Wahrnehmung verhalfen. Heute hält sogar die Holzschutzmittelindustrie derartige Vergiftungen für Wirklichkeit. Die Pestizidindustrie läßt eine vergleichbare Einsicht bislang nicht erkennen.

Die Beiträge des vorliegenden Bandes gehen auf das Seminar „Gesundheitsgefährdungen durch Pestizide“ des Pestizid Aktions-Netzwerkes (PAN) zurück. Der ergebnisreiche Seminarverlauf ließ es geraten erscheinen, eine breitere öffentliche Diskussion über „Pestizide und Gesundheit“ zu initiieren.

Sofern also dieses Buch dazu beiträgt,

- Ärzte, Wissenschaftler und Politiker zur Problemwahrnehmung zu bewegen
 - Pestizidanwendern Einsicht in die toxikologische Bedeutung ihres Handelns zu verschaffen
 - Vergiftete zu ermutigen, sich nicht in ihrem Leiden zu privatisieren, sondern Rat und Unterstützung in aufgeschlossenen Organisationen zu suchen
 - den Übergang zu einer pestizidfreien biologischen Landwirtschaft zu beschleunigen,
- so kann der Seminarsauftrag als erfüllt angesehen werden.

Literatur

- ARIENS, E. J.; MUTSCHLER, E.; SIMONIS, A. M. (1978): Allgemeine Toxikologie. Thieme Verlag, Stuttgart.
- BARBEAU, A.; ROY, M.; BERNIER, G.; CAMPANELLA, G.; PARIS, S. (1987): Ecogenetics of Parkinson's disease: Prevalence and environmental aspects in rural areas. The Canadian journal of neurological sciences 14, p. 36-41.

- BOEHNCKE, A.; SIEBERS, J.; NOLTING, H.-G. (1989): Verbleib von Pflanzenschutzmitteln in der Umwelt — Exposition, Bioakkumulation, Abbau — Teil B. Forschungsbericht des Umweltbundesamtes 89-126 05 008/02.
- BOPP, A. (1988): Machen Pestizide unfruchtbar? Süddeutsche Zeitung, Nr. 210.
- BUNDESGESUNDHEITSAMT (BGA) (1989): Vergiftungsrisiko im Innenraum: Rückstände aus der Ungezieferbekämpfung. BGA-Pressedienst 49/1989.
- BUNDESMINISTER FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN (BMELF) (1986): Pflanzenschutzgesetz, Bonn.
- DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNG e. V. (DGE) (1988): Ernährungsbericht 1988.
- FERRER, A.; CABRAL, J. R. P. (1987): Critical review of pesticide-related alimentary outbreaks. In: COSTA, L.; GALLI, C. L.; MURPHY, S. D. (Hrsg.): Toxicology of pesticides: Experimental, clinical and regulatory perspectives. NATO ASI Series. Springer Verlag, New York.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANISATION (FAO) / WORLD HEALTH ORGANISATION (WHO) (1983): Codex Alimentarius. CCPR Report. Alinorm 85/24, Rome.
- GARBE et al. (1989): Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Frau Garbe, Frau Flinner, Kreuzeder und der Fraktion DIE GRÜNEN. Gesunde Pflanzen 41, p. 32-36.
- GEWERKSCHAFT GARTENBAU, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN (GGLF) (1985): Saemann, Nr. 5, 1985.
- HALLENBECK, W. H.; CUNNINGHAM-BURNS, K. M. (1985): Pesticides and human health. Springer Verlag, New York.
- HARIS, J. (1988): Chemikalieneinsatz in Klein- und Hausgärten — Eine Aufklärung ist dringend notwendig — Ber. Ldw. 66, p. 125-151.
- HAYES, W. J. (1976): Mortality in 1969 from pesticides, including aerosols. Archives of environmental health, March/April 1976, p. 61-72.
- HAYES, W. J. (1982): Pesticides studied in man. Williams & Wilkens, Baltimore.
- HEITFUSS, R. (1975): Pflanzenschutz. Grundlagen der praktischen Phytomedizin. Thieme Verlag, Stuttgart.
- HILDEBRAND, A.; SCHÖN, H. (1988): Arbeitsunfälle durch Pflanzenschutzmittel in der Landwirtschaft der Bundesrepublik Deutschland. Landbauforschung Völknerode 38, Heft 2, p. 116-139.
- HOUSE OF COMMONS (1987): The effects of pesticides on human health. Second special report of the Agriculture Committee. Her Majesty's Stationery Office, London.
- KATALYSE, BUND, ÖKO-INSTITUT, ULF (1987): Chemie am Arbeitsplatz. Rowohlt, Reinbek.
- KORTENKAMP, A.; GRAHL, B.; GRIMME, L. H. (Hrsg.) (1988): Die Grenzenlosigkeit der Grenzwerte. C. F. Müller Verlag, Karlsruhe.
- MARQUIS, J. K. (1986): Contemporary Issues in pesticide toxicology and pharmacology. Karger, New York.
- MOESCHLIN, S. (1986): Klinik und Therapie der Vergiftungen. Thieme Verlag, Stuttgart.
- MURPHY, S. D. (1986): Toxic effects of pesticides. In: CASARETT, L. J.; DOULL, J. (Hrsg): Toxicology. Macmillan Publishing Company, New York.
- MÜLLER, F. (1986): Phytopharmakologie. Verhalten und Wirkungsweise von Pflanzenschutzmitteln. Ulmer Verlag, Stuttgart.
- MÜLLER, G. (1971): Pestizide und Pest — Zum Wandel des Begriffsumfanges des Wortes Pest. In: Gewässer und Pestizide. Schriftenreihe des Vereins für Wasser- Boden- und Lufthygiene 34. G. Fischer, Stuttgart.
- NATURAL RESOURCES DEFENSE COUNCIL (NRDC) (1989): Intolerable risk: pesticides in our children's food. Summary, NRDC New York.
- PESTIZID AKTIONS-NETZWERK (PAN) (1989 a): Ein Netzwerk stellt sich vor. PAN, Hamburg.

- PESTIZID AKTIONS-NETZWERK (PAN) (1989 b): Pestizid Brief, Nr. 7, 1989, Hamburg.
- PESTIZID AKTIONS-NETZWERK (PAN) (1989 c): Pestizid Brief, Nr. 9, 1989, Hamburg.
- PIMENTEL, D.; LEVITAN, L. (1986): Pesticides: Amounts applied and amounts reaching pest. *BioScience* 2, p. 86-91.
- REEVES, J. D.; DRIGGERS, D. A.; KILEY, V. A. (1981): *The lancet*, August 8 1981, p. 300-301.
- SCHMITZ, M. (1990): Pestizidzulassung und Gewässerschutz. In: REHBINDER, E.; BÖDEKER, W. (Hrsg.): Die amtliche Zulassung von Pestiziden, erscheint im Werner Verlag, Düsseldorf.
- SENANAYAKE, N.; KARALLIEDDE, L. (1987): Neurotoxic effects of organophosphorus insecticides. *The new england journal of medicine* 316, p. 761-808.
- SNELL, P. (1986): Pesticide residues and food. The case for real control. The London Food Commission (promotions) Ltd. London.
- VEREIN FÜR UMWELT- UND ARBEITSSCHUTZ e. V. (VUA) (1989): Chemie im Haushalt. VUA Bremen.
- WORLD HEALTH ORGANISATION (WHO) (1965): Nomenclature of chemicals in pest control. Genf.
- WHORTON, D.; KRAUSS, R. M.; MARSHALL, S.; MILBY, T. H. (1977): Infertility in male pesticide workers. *The lancet*. December 17 1977, p. 1259-1261.