©Univeritäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Hercynia N. F., Leipzig 18 (1981) 3, S. 233–242

Aus dem Institut für Geographie und Geoökologie Leipzig
der Akademie der Wissenschaften der DDR (Direktor: Prof. Dr. sc. H. Lüdemann)

Menschliche Gewebe und Organe als Indikatoren territorialer Schadstoffbelastungen

Teil I: Möglichkeiten und Grenzen

Von **Emanuel Heinisch**
Mit 4 Abbildungen und 2 Tabellen
(Eingegangen am 18. März 1979)

1. Einführung

Kenntnisse über den Eintrag von Schadstoffen in Territorien sind die grundsätzliche Voraussetzung für Kalkulationen ökotoxischer Wirkungen. Diese wiederum stellen die Basis für unmittelbare oder prognostische Maßnahmen zum Schutz vor derartigen Folgeerscheinungen dar. Zuverlässige Angaben sind aber selbst zum nach Art, Menge und Termin gezielten Input, z. B. von Pflanzenschutzmitteln nur mehr selten in Fachpublikationen zu finden; die Neigung, solche Zahlen zu veröffentlichen, nimmt ab, seit man ihre Nebenwirkungen kennt. Dies gilt in besonderem Maße für ihre ökologisch interessantesten Vertreter, die persistenten Chlorkohlenwasserstoffe, die wegen ihrer z. T. extremen Beständigkeit in abiotischen wie auch in biotischen Medien zur nachhaltigen Beeinflussung von Einzelindividium und Ökosystem geeignet sind.

Bei Kenntnis landwirtschaftlicher Strukturen und der – in vielen Staaten wie auch in der DDR – gesetzlich vorgeschriebenen Anwendungsmengen und -termine ist es bei einigen Wirkstoffen dieser chemischen Körperklasse, z. B. dem γ-Isomeren des Hexachlorcyclohexan (Lindan), oder dem DDT möglich, den Eintrag größenordnungsmäßig etwa abzuschätzen. Bei anderen Stoffen, die sowohl als Pflanzenschutzmittel angewendet werden wie auch aus verschiedenen industriellen Quellen oder gar als Abprodukte chemischer Produktionsprozesse in die Ökosphäre gelangen, ist dies auch annäherungsweise nicht mehr möglich. Besonders hervorzuhebende Beispiele hierfür sind das β-Hexachlorcyclohexan, das durch unsachgemäßen Transport oder entsprechende Lagerung (Heinisch 1975), aber auch durch isomerisierenden Metabolismus aus Lindan (Steinwandter und Schüler 1978) in alle Bereiche der Umwelt gelangt, sowie das Hexachlorbenzol (HCB), für das bisher etwa 20 verschiedene „Quellen" beschrieben wurden (Quinlivan und Mitarb. 1975/77, Engst und Mitarb. 1977, Heinisch 1978). Ähnliches gilt auch für einige toxisch wirkende Elemente, wie Arsen, Selen, Thallium, Quecksilber und Blei. Auch diese Elemente – die mit Ausnahme des Hg fast nie in elementarer Form in der Ökosphäre präsent sind bzw. in diese eingetragen werden, sondern fast durchweg als Konglomerat verschiedener Verbindungen – haben vielfältige technogene und natürliche Quellen, so daß eine Kalkulation des Element-Spiegels in einem Territorium, etwa durch die Berechnung des Ausstoßes durch nur einen Emittenten, kein reales Bild ergeben würde.

Dieser Tatsache wurde und wird Rechnung getragen dadurch, daß die angewandten Disziplinen die Objekte analysieren, die ihrem Interesse anempfohlen sind, die Hygiene

©Univeritäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Lebensmittel, Wasser, Luft, die Veterinärmedizin Futtermittel sowie tierische Organe und Gewebe, die Landwirtschaft den Boden und pflanzliches Erntegut usw. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind dem praxisbezogenen Zweck adäquat; Rückschlüsse etwa auf die Gesamtbelastung von Territorien werden hier gar nicht angestrebt.

Die Ökologie, deren Interesse neben der Kontamination von Einzelindividuen hauptsächlich der von Biotopen oder Ökosystemen gilt, untersucht gern entweder typische Vertreter solcher Lebensräume oder Endglieder von Nahrungsketten. Die letzteren bieten sehr gute Abbilder zum regionalen Schadstoffpegel, jedoch stößt die Probenahme z. B. bei seltenen Greifvögeln auf Schwierigkeiten bzw. sie muß dem Zufall überlassen bleiben. Auch dürften Totfunde nur mit großen Einschränkungen für Repräsentativwerte gut sein.

In der vorliegenden Arbeit soll über die Kontamination menschlicher Gewebe und Organe mit Chlorkohlenwasserstoffen und toxischen Elementen berichtet und die Eignung der Zahlen als Kriterien der Bioindikation überprüft werden. Im Vordergrund stehen hierbei Fettgewebe, Humanmilch, -blut und -haare. Die Probenahme von Subcutanfett kann sowohl aus Autopsien erfolgen – was z. B. den Vorteil hat, daß Vergleichsproben, auch von länger zurückliegenden Zeiträumen untersucht werden können – wie auch von Biopsien, die praktisch mühelos bei operativen Eingriffen entnommen werden. Noch leichter gestaltet sich die Gewinnung von Probegut, wenn Blut oder Haare untersucht werden sollen.

Einige Vorteile, die der Mensch als Indikatororganismus bietet, sind:

- Die Aufnahme der Stoffe erfolgt aus allen Quellen; über die Nahrung (der Mensch ist omnivor und daher zum mindesten theoretisch Endglied der meisten Nahrungsketten), ferner über berufliche Exposition und während aller anderen Lebensprozesse, vom pränatalen bis zum Greisenalter. Der Mensch wirkt also wie ein „selbsttätiger Probensammler" (Schiele 1978).
- Bei hinreichenden Kenntnissen der Toxikokinetik, also der Beziehung zwischen der Resorption und der Konzentration der untersuchten Stoffe in dem Organ bzw. Gewebe sowie des Metabolismus und der Elimination, kann man aus dem mengenmäßigen Verhältnis der Ursprungssubstanz zu dem (oder den) Metaboliten auch Rückschlüsse zum zeitlichen Verlauf der Umweltkontamination ziehen. Hieraus ergibt sich z. B. eine der praktikabelsten und objektivsten Möglichkeiten zur Kontrolle der Einhaltung restriktiver Maßnahmen durch „biological monitoring".
- Bei Kenntnis weniger ausgewählter physikalischer Eigenschaften (z. B. Wasser-, Lipoid-, Keratinlöslichkeit) verschiedener Vertreter einer chemischen Körperklasse, oder von verschiedenen Isomeren einer chemischen Verbindung, können aus den Mengenverhältnissen, z. B. in Subcutanfett oder in Humanmilch Rückschlüsse auf vorschriftsgemäße Anwendung oder Beseitigung gezogen werden. Auch hier eröffnen sich Möglichkeiten des „biological monitoring".

In dem vorliegenden ersten Teil der Studie sollen die o. g. Beziehungen an einigen ausgewählten Beispielen belegt werden.

2. Beziehungen zwischen Exposition und Konzentration in den Gewebeproben

Um die Speicherung von Verbindungen oder Elementen in Geweben oder Organen als Abbild der Kontamination von Territorien deklarieren zu können, in denen die Spender des Probegutes leben, ist es nötig, Korrelationen zwischen Exposition und Konzentration, zum mindesten in den praxisüblichen Bereichen aufzuzeigen. Experimente zur Ermittlung von Dosis-Speicherungsbeziehungen, wie sie im Tierversuch die

©Univeritäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Regel sind, können beim Menschen unter Berücksichtigung gesundheitlicher sowie moralisch-ethischer Grundprinzipien nicht vorgenommen werden. Diese Regel wurde nur selten, wie z. B. von Hayes u. Mitarb. (1956) oder Morgan und Roan (1972), durchbrochen. Es liegt jedoch aus epidemiologischen Analysen genügend Zahlenmaterial vor, das zur Klärung der Zusammenhänge zwischen Exposition und Speicherung sehr wohl geeignet ist. In der Abbildung 1 ist der Gehalt des Subcutanfettes verschiedener

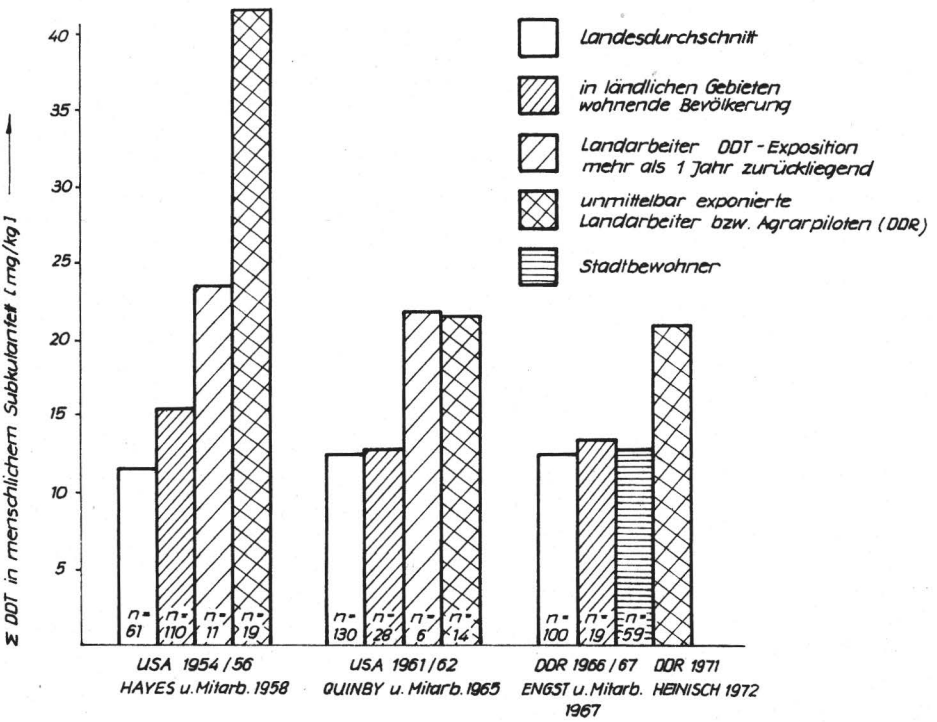

Abb. 1. Gehalt an DDT in menschlichem Subcutanfett in Abhängigkeit von der Exposition

Bevölkerungsgruppen an Gesamt-DDT (Σ DDT d. i. die Summe der p,p'- und o,p'-Isomeren von DDT und seinen Hauptmetaboliten DDE und DDD) in jeweils einem Zeitraum aus Baumwollanbaugebieten der USA (Bundesstaat Texas) von Hayes u. Mitarb. (1958) sowie Quinby u. Mitarb. (1965) und aus der DDR von Engst u. Mitarb. (1967) sowie Heinisch (1972) festgehalten. Es ist deutlich sichtbar, daß der extensive Einsatz des in den Jahren 1954/56 auch in den USA noch relativ neuen DDT zu expositionsbedingt erheblichen Konzentrationsunterschieden des Wirkstoffes im Subcutanfett führte. Der Bevölkerungsquerschnitt (in dem auch Stadtbewohner vertreten sind) ist mit 11,7 mg/kg am geringsten belastet. Der Kontaminationsgrad nimmt dann über die in ländlichen Gebieten wohnende und insgesamt stärker exponierte Bevölkerung (15,6), die nicht unmittelbar mit der Ausbringung von DDT betrauten Landarbeiter (23,7) bis zu den direkt mit DDT beschäftigten (41,9 mg/kg) sprunghaft zu. In der DDR, wo DDT-enthaltende Präparate nie in solch hohen Mengen eingesetzt wurden wie in den USA, sind praktisch keine Unterschiede zwischen dem Landesdurchschnitt (12,6), in ländlichen Gebieten wohnender Bevölkerung (13,4) und Stadtbewohnern (12,9 mg/kg) festzustellen. Erst bei den unmittelbar exponierten Agrarpiloten wurden mit 21,1 mg/kg überdurchschnittlich hohe Werte gemessen.

©Univeritäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Tabelle 1. DDT im Fettgewebe von Einwohnern der USA im Vergleich zu ihrer Exposition

Personenkreis	Jahr	Zahl der Proben	Rückstände [mg/kg] Σ DDT	DDT	DDE	DDE : DDT	Literaturhinweis
Gestorben vor dem Einsatz von DDT	1942	10	n. n.	n. n.	n. n.	–	Hayes u. Mitarb. 1958
Vegetarier	55/56	16	5,9	2,3	3,6	1,6	Hayes u. Mitarb. 1958
Eskimos aus Alaska	1960	20	3,0	0,8	2,2	2,75	Durham u. Mitarb. 1961
Bewohner von DDT-Einsatzgebieten	54/56	110	15,6	6,0	9,6	1,6	Hayes u. Mitarb. 1958
DDT-Anwender	54/56	30	35,1	14,0	21,1	1,5	Hayes u. Mitarb. 1958
Arbeiter aus DDT-Formulierbetrieben	1951	1	263	122	141	1,15	Mattson u. Mitarb. 1953
	1954	1	1131	648	483	0,74	Hayes u. Mitarb. 1956

Noch deutlicher werden die Zusammenhänge zwischen allseitiger DDT-Exposition und der Konzentration des Wirkstoffes (und seines Hauptmetaboliten DDE) im Fettgewebe aus der Übersicht in der Tabelle 1 herausgestellt.

Aus diesen Übersichten, die mit vergleichbaren Ergebnissen mehrmals belegt werden könnten, ist innerhalb des uns interessierenden Konzentrationsbereiches eine klare Abhängigkeit des DDT-Spiegels in Humanfett von der Exposition abzuleiten.

Daß die DDT-Exposition auch längerfristig über den Gehalt des Wirkstoffes in der Humanmilch abgelesen werden kann, zeigt die Tabelle 2, in der von Winter u. Mitarb. (1976) der DDT-Gehalt in der Milch von Bewohnerinnen einiger Städte bzw.

Tabelle 2. DDT-Gehalt in der Humanmilch von 290 Probanden aus Guatemala. Probenahme Dezember 1973 bis April 1974 an acht verschiedenen Orten. Nach Winter u. Mitarb. 1976

Ort	n	mg/kg DDT (Gesamtmilch) min.	max.	Durchschn.	Behandlungen mit DDT
Livingston	30	0,14	5,69	0,86	alle Häuser wurden von 1955 bis zur Probenahme im Malaria-Bekämpfungsprogramm behandelt
La Bomba	31	0,09	1,86	0,59	Behandlungen von 1955 bis 1972
Asuncion Mita	31	0,05	2,51	0,49	Behandlungen von 1955 bis 1970
Cerro Colorado	31	0,04	2,20	0,47	Behandlungen von 1960 bis 1970
El Rosario	31	0,05	0,91	0,28	
Guatemala C.	78	0,01	1,10	0,23	Keine Malaria-Bekämpfungsaktionen, Gebirgsorte
Nebaj	20	0,01	0,18	0,03	

©Univeritäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

ländlicher Gebiete von Guatemala in Abhängigkeit von der Dauer der Malaria-Bekämpfungen vorgestellt werden.

3. Anwendung von Erkenntnissen der Toxikokinetik zur Verfolgung des zeitlichen Ablaufes territorialer Belastungen mit Schadstoffen

Die Bildung von Ab- und Umbauprodukten der Schadstoffe in der Ökosphäre und ihren Bewohnern, die Menschen eingeschlossen, eröffnet praktikable Möglichkeiten, aus dem zahlenmäßigen Verhältnis der ursprünglich applizierten Substanz zu dem (oder den) Metaboliten Ableitungen zu ziehen über den zeitlichen Verlauf des Eintrages in das System, vorausgesetzt, daß folgende Bedingungen erfüllt sind:

- Der Ab- und Umbau der Substanz verläuft in den mengenmäßig wichtigsten biotischen und abiotischen Bestandteilen der Ökosphäre in dem Reaktionsmechanismus gleich und in dessen Kinetik nicht grundlegend verschieden.
- Die ursprünglich applizierte Substanz und der in die Betrachtung einbezogene Metabolit (oder die Metaboliten) ähneln einander in einigen wichtigen physikalisch-chemischen Eigenschaften, wie Persistenz, Lipoidlöslichkeit u. a.

Beide Voraussetzungen sind besonders gut erfüllt bei dem DDT und seinem wichtigsten Metaboliten, dem 1,1-Dichlor-2,2-bis-(p-chlorphenyl)-äthylen DDE. Diese Verbindung entsteht aus dem DDT durch einfache Dehydrochlorierung vor allem in den Umweltmedien, im Gegensatz zu dem 1,1-Dichlor-2,2-bis-(p-chlorphenyl)-äthan DDD, das durch reduktive Dehydrochlorierung aus dem DDT hauptsächlich im Warmblüterorganismus bzw. durch Reduktion aus dem DDE entsteht und vergleichsweise nur in sehr geringen Mengen nachweisbar ist. DDE dagegen ist, ebenso wie seine Ursprungssubstanz, praktisch ubiquitär, da seine Persistenz und seine wichtigsten physikalischen Eigenschaften dem DDT weitestgehend ähneln. Da im Organismus DDE aus DDT nur in geringem Maße gebildet wird, liefert der DDT- und der DDE-Spiegel in Humangeweben ein akzeptables Abbild der Kontamination eines Territoriums mit diesen beiden Substanzen. Diese Voraussetzungen liefern die Möglichkeiten zur Ableitung der folgenden Schlußfolgerungen:

- Ist der Quotient der Konzentrationen von DDE:DDT im Humangewebe klein, d. h. ~ 1, so bedeutet dies, daß die Zufuhr entweder sehr groß ist oder erst vor kurzem begonnen hat. Das System ist nicht in der Lage, das einfließende DDT zu verstoffwechseln.
- Liegt der Quotient etwa in einem Bereich von 1 bis 2, bei gleichzeitig hohen Werten von Σ DDT, so kann auf einen großen Eintrag des Wirkstoffes in das System (das nur mühevoll in der Lage ist, die Substanz durch Metabolismus zu dezimieren) geschlossen wurden.
- Erreicht der Quotient Zahlen von > 4 bei gleichzeitig abnehmender Tendenz von Σ DDT, so zeigt dies an, daß die Zufuhr von neuem Wirkstoff in das Territorium zu stagnieren beginnt, d. h., das Gesamtsystem baut schneller ab, als das Abgebaute ergänzt werden kann. Eventuelle restriktive Maßnahmen wie Einsatzbegrenzungen oder -verbote beginnen sich allmählich auszuwirken.
- Bei DDE:DDT-Relationen von > 8 kann von einem im wesentlich funktionierenden Zufuhrstopp von neuem DDT ausgegangen werden.

Diese Quantifizierung eröffnet dem „biological monitoring" neue Möglichkeiten; durch eine relativ kleine Zahl chemischer Analysen an einem möglichst repräsentativen Querschnitt von Probanden kann die Belastung eines Territoriums quantitativ und chronologisch verfolgt werden.

©Univeritäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

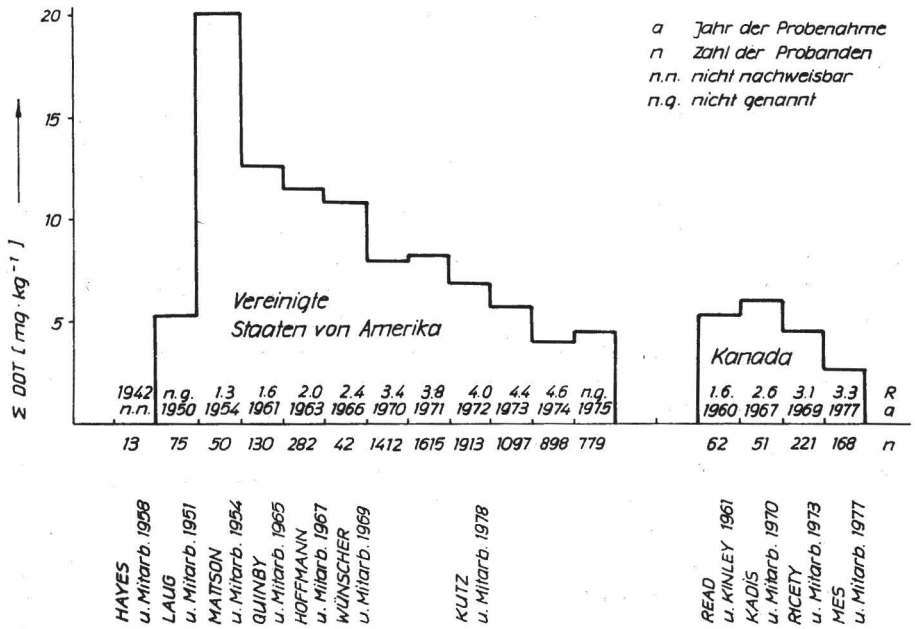

Abb. 2. Zeitlicher Verlauf der Kontamination von menschlichem Subcutanfett mit DDT und Entwicklung des DDE : DDT-Verhältnisses (R) in Nordamerika

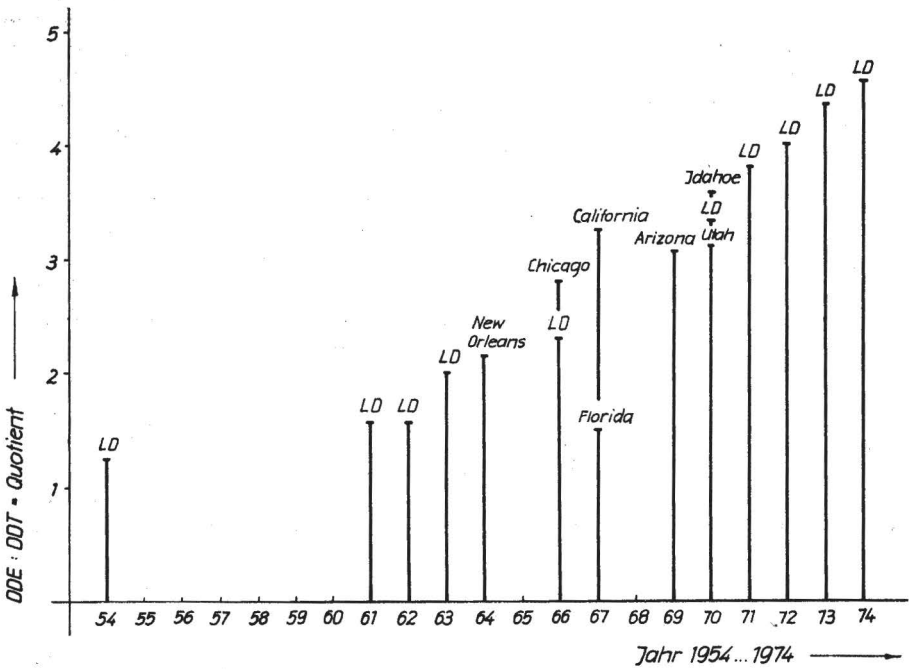

Abb. 3. Zeitlicher Verlauf des DDE : DDT-Verhältnisses im menschlichen Subcutanfett in den USA vor und nach der Hauptanwendungszeit von DDT und nach dem 1972 erfolgten totalen Anwendungsverbot

©Univeritäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

In den Abbildungen 2 und 3 ist als Beispiel einer derartigen Entwicklung der zeitliche Verlauf der Kontamination von menschlichem Subcutanfett mit DDT in Nordamerika und der Verlauf des DDE:DDT-Quotienten vor und nach den ersten Anwendungseinschränkungen 1968 und dem DDT-Verbot 1970 dargestellt. Die USA wurden als Demonstrationsobjekt gewählt, weil dort DDT in großen Mengen angewendet wurde und man sehr bald mit einem intensiven Studium der Kontamination menschlicher Gewebe mit diesem Wirkstoff und seinen Metaboliten begann, so daß eine ganze Reihe von Arbeiten, verteilt über einen langen Zeitraum, ausgewertet werden konnte. Leider brechen die uns zur Verfügung stehenden Messungen 1975 ab. Trotzdem sind die o. a. Tendenzen deutlich erkennbar, wobei auch berücksichtigt ist, daß in einem solch großen Land wie den USA und den dort waltenden ökonomischen Bedingungen ein totales Anwendungsverbot in der Praxis kaum die Verwertung von Restbeständen (und vielleicht auch von Importen) ausschließen kann. In dem Teil II. dieser Publikationsreihe sollen nach den uns zur Verfügung stehenden Daten ähnliche Schemata für einige europäische, asiatische und ozeanische Länder publiziert werden.

4. Absolutwerte oder Konzentrationsverhältnisse von Wirkstoffen oder deren Isomeren als Zeiger für ihre Quellen

Bei den meisten Pflanzenschutzmitteln sind die Eintragsquellen bekannt. DDT z. B. wurde, von sehr kleinen Mengen für Versuchszwecke abgesehen, ausschließlich als Insektizid in der Landwirtschaft, Seuchen- oder Veterinärhygiene eingesetzt. Wird die Anwendung einer solchen Verbindung verboten – wodurch ihre Produktion überflüssig wird – hat dies, je nach ihrer Persistenz einen mehr oder weniger schnellen (oder langsamen) Konzentrationsrückgang aus der Umwelt und ihren Bewohnern zur Folge. Seit etwa zehn Jahren (oder wenig mehr) findet man indessen zunehmend in allen Bereichen der Ökosphäre Verbindungen, die entweder als Wirkstoffe im Pflanzenschutz bekannt oder mit solchen strukturell verwandt sind, in Mengen, die bei genauerer Betrachtung eine alleinige Anwendung in der Landwirtschaft, die in etwa kalkulierbar ist, ausschließen. Besonders bekannt wurden das, wenn auch nur in sehr kleinen Mengen, als Saatgutbeizmittel angewandte HCB, die inaktiven Hexachlorcyclohexan-Isomeren, vor allem das β- und das α-HCH und die dem DDT strukturähnlichen polychlorierten Biphenyle, die PCB's. Bevor man restriktive Maßnahmen zu Verwendung und Umgang mit diesen Stoffen ergreifen kann, sind Hinweise zu den Eintragsquellen, also den Hauptverursachern der Kontamination erforderlich. In einer der Folgepublikationen zu diesem Beitrag soll dies am HCH demonstriert werden. Hier sollen zur Veranschaulichung des Verfahrens einige Details erklärt werden.

In der Abbildung 4 haben wir einen Ausschnitt aus den uns bekannt gewordenen Kontaminationswerten von menschlichem Subcutanfett mit γ- und β- sowie teilweise auch α-HCH zusammengetragen, der einmal die zeitliche Entwicklung dieser Werte in Japan von 1970 bis 1977 und zum anderen die regionale Variation der HCH-Konzentrationen in menschlichem Subcutanfett in der Slowakischen Sozialistischen Republik in den Jahren 1971 bis 1973 enthält. Von Japan ist bekannt, daß dort bis 1970 legal technisches HCH-enthaltende Präparate eingesetzt wurden; 1970 erfolgte ein generelles Anwendungsverbot für Chlorkohlenwasserstoff-Insektizide. In der Slowakei wird technisches HCH etwa seit 1960 nicht, das γ-Isomere (Lindan) dagegen – wenn auch in sinkenden Mengen – auch heute noch eingesetzt.

Ein flüchtiger Vergleich dieser Angaben mit den in der Abbildung 4 festgehaltenen Meßwerten, macht sogleich deutlich, daß

- in Japan die langjährige Verwendung von technischem HCH zu außerordentlich hohen β-HCH-Werten geführt hat (es sind die höchsten, die wir im internationalen

©Univeritäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

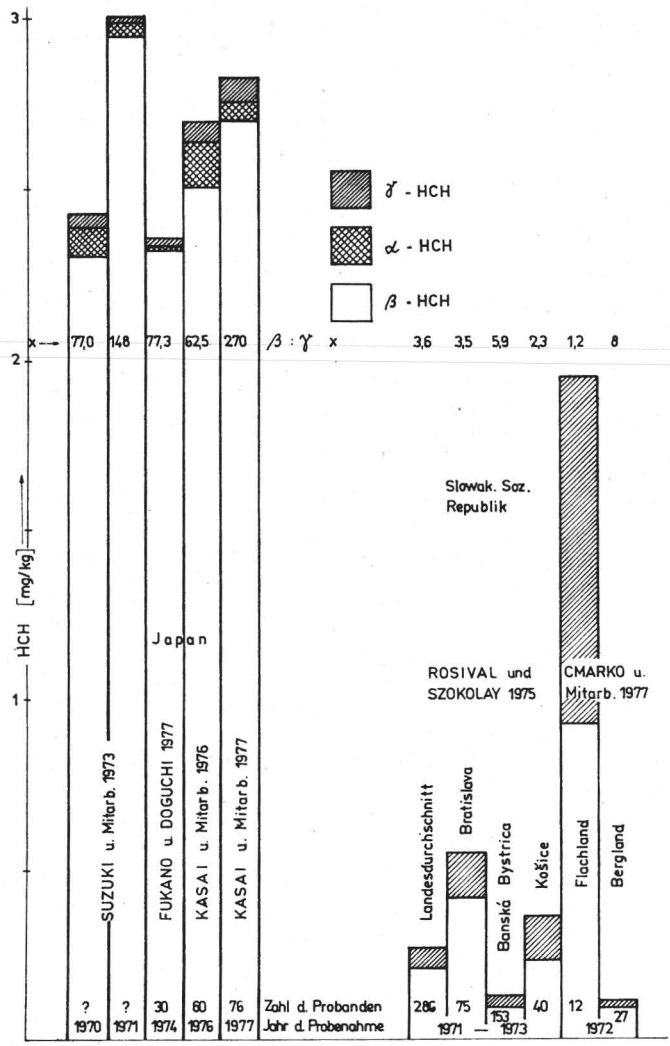

Abb. 4. Bestandteile von technischem Hexachlorcyclohexan im Subcutanfett von Bewohnern von Japan und verschiedenen Regionen der Slowakischen Sozialistischen Republik

Schrifttum finden konnten), während in der Slowakei die Anwendung von Lindanpräparaten (die weitaus kürzere Retentionszeiten in lipoiden Medien haben) zu erheblich niedrigeren β-HCH-Werten führte;

- sich das 1970 in Japan erlassene Anwendungsverbot für Chlorkohlenwasserstoffe keineswegs in einem Rückgang der Zahlen niederschlägt, woraus, bei Kenntnis der Retentions-Eliminations-Verhältnisse bei den HCH-Isomeren, die Folgerung sehr naheliegt, daß dieses Verbot zum mindesten nur sehr unvollständig eingehalten wird.

Analysiert man die Abbildung 4 etwas eingehender, so fällt auf, daß der Anteil der inaktiven Isomeren, vor allem von β-HCH gegenüber der tatsächlich insektizid wirksamen Komponente, dem γ-HCH in Japan außerordentlich hoch ist. Wir haben auch hier die β:γ-Quotienten gebildet (x); sie liegen in Japan grob betrachtet um die Zahl

©Univeritäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

100, in der Slowakei fast immer unterhalb von fünf. Man kann also – ohne sich in allzu große Spekulationen zu verlieren – aus dem Vergleich der japanischen (Suzuki u. Mitarb. 1973, Fukano u. Doguchi 1977, Kasai u. Mitarb. 1976 u. 1977) und der slowakischen (Rosival u. Szokolay 1975, Cmárko u. Mitarb. 1975) Zahlen folgern, daß in Japan auch nach 1977 mit technischem HCH ein Umgang praktiziert wird, der den Übertritt größerer Mengen – hauptsächlich an β-HCH – in die Ökosphäre gestattet. Dies kann einmal erfolgen durch weitere Anwendung von technischem HCH als Insektizid oder durch mangelnde Sorgfalt bei der Beseitigung der inaktiven Isomeren. Die Bildung von α- und β-HCH durch mikrobielle Isomerisierung von Lindan reicht zur Produktion so großer Mengen bei weitem nicht aus. Damit wäre aber bereits eine deutliche Aussage zu den Kontaminationsquellen gemacht.

Das gleiche Verfahren angewandt auf die in der Slowakischen Sozialistischen Republik gewonnenen Werte zeigt aufschlußreiche regionale Unterschiede. Am deutlichsten tritt dies bei der Gegenüberstellung der Werte aus dem Flachland (also intensiver landwirtschaftlicher Produktion) mit denen aus dem Bergland, wo die Landwirtschaft keine wesentliche Rolle mehr spielt, zutage. Bei der ersteren Region wurden die bei weitem höchsten γ-HCH-Werte gemessen, bei zugleich dem mit Abstand niedrigsten β:γ-Quotienten von 1,2, im Bergland die absolut niedrigsten γ-HCH-Werte und der für die SSR höchste β:γ-Quotient von 8. Diese Analyse liefert den Beweis dafür, daß in der Slowakei tatsächlich nur Lindanpräparate, und zwar in der Landwirtschaft angewendet werden und zeigt zugleich, wo restriktive Maßnahmen erfolgreich anzusetzen sind, falls man diese für erforderlich hält.

5. Zusammenfassung

In einem ersten Überblick werden Möglichkeiten und Grenzen der Kontaminationsmessung menschlicher Gewebe und Organe (Subcutanfett, Milch, Blut, Haare) zur Bioindikation territorialer Schadstoffbelastungen aufgezeigt. An Hand von Literaturzitaten werden Expositions-Konzentrationsbeziehungen belegt. Unter Verwendung von DDT und seinem Hauptmetaboliten DDE wird durch Bildung des DDE:DDT-Quotienten eine Richtzahl für den Kontaminationsgrad und, bei Vorhandensein mehrerer, zeitlich voneinander getrennter Werte für eine Region, die Möglichkeit einer chronologischen Darstellung der territorialen Kontamination diskutiert. In ähnlicher Weise werden aus dem Verhältnis des β- zu dem γ-Isomeren von HCH Rückschlüsse auf Verwendung oder Umgang mit technischem Hexachlorcyclohexan gezogen. Das Verfahren erscheint besonders zur Kontrolle von Anwendungseinschränkungen und -verboten geeignet.

Schrifttum

Cmárko, V., L. Rosival, A. Szokolay, J. Uhnák und D. Arbetová: Die Exposition des Menschen mit DDT und BHC-Isomeren im Flach- und Bergland der Slowakei. ČS. Hygiena **20** (1975) 188–193.

Durham, W. F., J. F. Armstrong, W. M. Upholt und C. Heller: Insecticide content of diet and Body fat of Alaskan natives. Science **131** (1961) 1880–1881.

Engst, R., R. Knoll und B. Nickel: Über die Anreicherung von chlorierten Kohlenwasserstoffen, insbesondere von DDT und seinem Metaboliten DDE in menschlichem Fett. Pharmazie **22** (1967) 654–660.

Engst, R., R. M. Macholz und M. Kujawa: Zur Kontamination der Umwelt mit Hexachlorbenzol. Nahrung **21** (1977) 231–234.

Fukano, S., und M. Doguchi: PCT, PCB and pesticide residues in human fat and blood. Bull. Environ. Contam. Toxicol. **17** (1977) 613–617.

Hayes jr., W. J., W. F. Durham und C. Cueto jr.: The effect of known oral repeated doses of DDT to man. J. Am. Med. Soc. **162** (1956) 890–897.

Hayes jr., W. J., G. E. Quinby, K. C. Walker, J. W. Elliot und W. M. Upholt: Storage of DDT and DDE in people with different degrees of exposure to DDT. A. M. A. Arch. Ind. Health **18** (1958) 398–406.

©Univeritäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Heinisch, E.: Untersuchungen an Agrarpiloten. Unveröffentlicht (1972).

Heinisch, E.: Stand und Perspektiven von Umweltbelastungen durch Agrochemikalien. Sitzungsber. AdW **12 N** (1975) 30–67.

Heinisch, E.: Biogeochemische Kreisläufe persistenter organischer Verbindungen. Dargestellt am Hexachlorbenzol. Sitzungsber. AdW **20 N** (1978) 1–67.

Hoffmann, W. S., H. Adler, W. J. Fishbein und F. C. Bauer: Relation of pesticide concentrations in fat to pathological changes in tissue. Arch. Environ. Health **15** (1967) 758–765.

Kadis, V. W.; W. E. Breitkreitz und O. J. Jonasson: Can. J. Publ. Health **61** (1970) 413, zitiert bei Mes und Mitarbeitern (1977).

Kasai, A., N. Asanuma und A. Suzuki: Studies on organochlorine pesticide residues in human bodies. Part. 3. J. Jpn. Assoc. Rural Med. **24** (1976) 629–630.

Kasai, A., N. Asanuma, A. Suzuki und K. Kurusowa: Studies on organochloride pesticides residues in human bodies. Part 8 (Including Hg content in hair). J. Jpn. Assoc. Rural Med. **26** (1977) 310–311.

Kutz, F. W., S. C. Strassman und J. F. Sperling: Survey of selected organochlorine pesticides in the general population of the United States: Fiscal Years 1970–1975. Presented on the International Conference on Health Effects of Halogenated Aromatic Hydrocarbons, sponsored by the New York Academy of Sciences, New York, June, 24th, 1978.

Laug, E. P., F. M. Kunze und C. S. Prickett: Occurence of DDT in human fat and milk. A. M. A. Arch. Ind. Hyg. Occup. Med. **3** (1951) 245–246.

Mattson, A. M., J. T. Spillane, C. Baker und G. W. Pearce: Determination of DDT and related substances in human fat. Anal. Chem. **25** (1954) 1065–1070.

Mes, J., D. S. Campbell, R. N. Robinson und J. A. Davies: Polychlorinated Biphenyl and organochlorine pesticide residues in adipose tissues of Canadians. Bull. Environ. Contam. Toxicol. **17** (1977) 196–203.

Morgan, D. P., und C. C. Roan: Loss of DDT from storage in human body fat. Nature **238** (1972) 221–223.

Quinby, G. E., W. J. Hayes jr., J. F. Armstrong und W. F. Durham: DDT storage in the U. S. population. J. Amer. Med. Assoc. **191** (1965) 175–179.

Quinlivan, S. C., M. Ghassemi und T. V. Leshendok: Sources, characteristics, treatment and disposal of industrial wastes containing Hexachlorobenzene. J. Hazardeous Materials **1** (1975/77) 343–359.

Read, S. T., und W. P. Mc Kinley: DDT and DDE content of human fat. Arch. Environ. Health **3** (1961) 209–211.

Ricety, W. R., G. Savary und K. A. Mc Culley: Organochlorine insecticide residues in human tissues. Can. J. Publ. Health **64** (1973) 380–384.

Rosival, L., und A. Szokolay: Hygienische Bewertung der Exposition des Menschen mit DDT und HCH. Čs. Hyg. **20** (1975) 385–394.

Schiele, R.: Anwendbarkeit und Grenzen des „Biological Monitoring" in der Arbeitsmedizin und Epidemiologie. Z. bl. Arbeitsmed. Arbeitsschutz Prophylaxe **28** (1978) 1–8.

Steinwandter, H., und H. Schüler: Experiments on Lindane metabolism in plants. IV. A. kinetic investigation. Bull. Environ. Contam. Toxicol. **20** (1978) 174–179.

Suzuki, A., Y. Yamamato und T. Watanbe: Shokuhin Eiseigaku Zasshi **14** (1973) 160; zitiert bei Bodenstein, G.: Toxicology of Lindane residues and the consumer. In: Ullman, E.: Lindane, II. Supplement Verl. K. Schillinger, Freiburg i. Br. 1976.

Winter, M., M. Thomas und S. Wernick: Analysis of pesticide residues in 290 samples of Guatemalan mother's milk. Bull. Environ. Contam. Toxicol. **16** (1976) 652–657.

Wünscher, K., und L. Acker: Über das Vorkommen von chlorierten Insektiziden im Fettgewebe des Menschen. Med. Ern. **10** (1969) 75–80.

Prof. Dr. rer. nat. habil. E. Heinisch
Akademie der Wissenschaften der DDR
Institut für Geographie und Geoökologie
Bereich ökologisch-ökonomische Systeme
DDR - 1199 Berlin-Adlershof
Rudower Chaussee 5

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Hercynia

Jahr/Year: 1981

Band/Volume: 18

Autor(en)/Author(s): Heinisch Emanuel

Artikel/Article: Menschliche Gewebe und Organe als Indikatoren territorialer Schadstoffbelastungen 233-242