

**Zeitschrift:** Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene = Travaux de chimie alimentaire et d'hygiène

**Herausgeber:** Bundesamt für Gesundheit

**Band:** 64 (1973)

**Heft:** 4

  

**Artikel:** Die Belastung der schweizerischen Bevölkerung mit Pestiziden : (Analysen von zubereiteten Mahlzeiten, Humanfetten, Humanserum, Zigaretten und Kosmetika)

**Autor:** Zimmerli, B. / Marek, B.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-982300>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 05.05.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Die Belastung der schweizerischen Bevölkerung mit Pestiziden

(Analysen von zubereiteten Mahlzeiten, Humanfetten, Humanserum, Zigaretten und Kosmetika)

B. Zimmerli und B. Marek\*

Eidgenössisches Gesundheitsamt, Abteilung Lebensmittelkontrolle,  
Sektion Pestizidrückstände und Kontaminationen,  
Haslerstraße 16, 3008 Bern

Technische Assistenz: R. Gysin, M. Lisibach und H. Zimmermann

## 1. Einleitung

Die Aufnahme von Pestiziden durch die allgemeine Bevölkerung scheint zur Hauptsache über die Nahrungsmittel zu verlaufen (1, 5). Als weitere mögliche Quelle wurde auch der Gebrauch von Haushaltsprays erwähnt (2, 3). Zur Abschätzung der Exposition der Bevölkerung gegenüber Pestiziden sind drei Verfahren zu unterscheiden: Die eine Näherung liegt darin, daß der Pestizidgehalt im Gewebe der Bevölkerung gemessen wird (4). Eine ähnliche Abschätzung läßt sich durch die Messung des Pestizidgehaltes im Blut der Durchschnittsbevölkerung erreichen (6, 7), und eine dritte Möglichkeit besteht darin, daß der Pestizidgehalt der Lebensmittel im eßfertigen Zustand bestimmt wird (20, 22). Es ist bekannt, daß beim Zubereiten von Lebensmitteln eine Reduktion im Gehalt gewisser Pestizide eintreten kann (8, 15). Für die Exposition der Bevölkerung und deren toxikologische Beurteilung zählt ja nur die *tatsächlich* aufgenommene Menge Pestizide. In den USA werden solche Untersuchungen («total diet studies») schon seit längerer Zeit durchgeführt (22).

In der vorliegenden Arbeit soll anhand einer kleinen Stichprobe von 5 verschiedenen Tagesportionen untersucht werden, wie die Verhältnisse in der Schweiz zu beurteilen sind. Da uns in diesem Zusammenhang die Rückstandsgehalte in den unzubereiteten Lebensmitteln nicht interessierten, wurde auf deren Bestimmung verzichtet. Es werden ebenfalls Resultate von Humanfett- und Humanblutanalysen präsentiert und mit Literaturangaben verglichen. Hinweise über den Anteil an Pestiziden, der durch andere Wege als die Nahrung den Menschen erreicht, liefern Analysen von Tabakrauch sowie von Kosmetika.

\* Chef der Sektion Pestizidrückstände und Kontaminationen.

## 2. Experimentelles

### 2.1 Zusammensetzung und Zubereitung der Mahlzeiten

Auf Grund von Recherchen bei Gaststätten, Militärbehörden und Haushalten wurden fünf typische Tagesmenüs, bestehend aus Frühstück, Mittag- und Abendessen zusammengestellt. Die fünf Varianten sind mit den Buchstaben A—E bezeichnet und in *Tabelle 1* aufgeführt. Bei Variante C handelt es sich um ein ausgesprochen vegetarisches Regime ohne Fleisch, jedoch mit viel Obst und Obst-säften, Milch, Quark, Früchten und Vollkornbrot. Die Variante D repräsentiert ein Festtagsmenü mit viel Fleisch, Käse, Eiern und Dessert. Als Getränke wurden abwechselungsweise Bier, Wein, Tee oder Kaffee in die Untersuchung einbezogen. Die totale Tagesration lag im Mittel bei 2,1 kg, wozu Milchprodukte und Fleisch rund 30 % beitrugen.

Die benötigten Lebensmittel wurden in den Jahren 1971/72 in verschiedenen Geschäften in Bern eingekauft. Zur Vereinfachung der Analytik und zur besseren Uebersicht sind die Lebensmittel nach der Zubereitung in der Küche in folgende Gruppen aufgeteilt worden:

- |          |   |
|----------|---|
| Gruppe 1 | Milch- und Milchprodukte                                  |
| Gruppe 2 | Fleisch, Fleischprodukte, Fisch, Geflügel, Eier und Fette |
| Gruppe 3 | Cerealien, Backwaren, Kartoffeln und Teigwaren            |
| Gruppe 4 | Früchte, Fruchtsäfte und Gemüse                           |
| Gruppe 5 | Getränke und Genußmittel (ohne Tabak)                     |

Nach der Zubereitung und Mischung wurden die entsprechenden Gruppen mittels eines Fleischwolfes zerkleinert und bei ca.  $-20^{\circ}\text{C}$  bis zur Analyse gelagert. Die Lagerzeit erstreckte sich im Mittel auf rund 2 Monate. Die Quecksilberanalysen wurden z. T. ca. 1 Jahr später durchgeführt.

### 2.2 Humanfette und Humanblut

Die untersuchten 12 Proben von Humangewebe von 8 Frauen und 4 Männern stammten aus Obduktionen bzw. chirurgischen Eingriffen. Das Alter der Personen lag im Bereich von 34 bis 82 Jahren und der Fettgehalt des Gewebes variierte zwischen 29 und 96 % (Mittelwert 70 %). Sämtliche Proben wurden bis zur Analyse bei  $-20^{\circ}\text{C}$  aufbewahrt. Beim zur Analyse gelangenden Humanblutserum handelte es sich um eine Mischprobe von ca. 100 Personen vom Herbst 1972 aus der Region Bern. Die Probe wurde sofort nach Erhalt analysiert.

### 2.3 Kosmetika und Zigarettenrauch

Total 14 Proben von Kosmetika wie: Lippenstifte, Haarshampoos, Hautcremen und «Bodylotions», die im Jahre 1972 eingekauft wurden, sind analysiert worden. Die untersuchten 13 Zigarettenmarken, davon 12 Filterzigaretten,

Tabelle 1. Uebersicht über die Zusammensetzung der Tagesportionen

Menütyp	A	B	C	D	E
Gruppe 1	200 g Milch 40 g Butter	350 g Milch 30 g Butter 80 g Käse	200 g Milch 10 g Butter 20 g Kondensmilch 20 g Rahm 50 g Speisequark	200 g Milch 40 g Butter 50 g Käse 100 g Glace (Cassata)	200 g Milch 30 g Butter 150 g Käse (Fondue)
2	250 g Schweins- kotelett 20 g Oele, Fette	200 g Rindsleber 15 g Oele, Fette	200 g Fischfilet (gefroren) 40 g Vollei 15 g Oele, Fette	200 g Entrecôte 40 g Vollei 150 g Schinken, Auf- schnitt 15 g Oele, Fette	200 g Poulet 5 g Oele, Fette
3	120 g Weißbrot 85 g Reis 200 g Kartoffeln	110 g Weggli, Gipfel 90 g Spaghetti 100 g Kartoffelstock 100 g Pudding (mit Wasser angerührt)	180 g Grahambrot 250 g Kartoffeln 30 g Haferflocken	120 g Schwarzbrot 110 g Gipfel, Weggli 250 g Kartoffeln	150 g Weißbrot 80 g Weggli 200 g Pommes frites (gefroren)
4	500 g Gemüse und Früchte (Kopf- salat, Tomate, Gurke, Orange)	200 g Erbsli (gefro- ren) 150 g Tomaten	150 g Kopfsalat 250 g Aepfel, Bana- nen, Zitronen 50 g Weinbeeren 150 g Fruchtsalat (Konserven) 200 g Orangensaft 200 g Traubensaft	200 g Salat (Kopf- salat, Chicorée) 330 g Gemüse (Spi- nat, Karotten, Blumenkohl, Bohnen)	250 g Salat (Endivie, Peperoni) 200 g Früchte (Trau- be, Aepfel, Banane)
5	120 g Kakaotränk (mit Wasser zubereit.) 100 g Schwarztee- aufguß 50 g Konfitüre 300 g Bier	100 g Kaffeeaufguß 100 g Schwarztee- aufguß 200 g Rotwein	150 g Kaffeeaufguß 50 g Zucker	200 g Kaffeeaufguß 20 g Honig 200 g Rotwein 300 g Bier	100 g Sofortkaffee (inkl. Wasser) 30 g Konfitüre 300 g Weißwein 300 g Bier
Total kg	2,0	1,8	2,2	2,5	2,2

wurden im Jahre 1971 eingekauft. Die ausgewählten Marken entsprachen denjenigen, die in der Schweiz schätzungsweise am meisten verkauft wurden. Entsprechend der Coresta-Norm wurden die Zigaretten auf einer Rauchmaschine verraucht, das Kondensat elektrostatisch abgeschieden und bezüglich Organochlor-Pestizide analysiert.

#### 2.4 Analytik

Alle Proben wurden grundsätzlich nach der AOAC-Methode (9) analysiert:

Gruppe 1	Extraktion mit Methanol/Petroläther; Verteilung des isolierten Fettes zwischen Acetonitril-Petroläther.
Gruppe 2 sowie Humanfette	Extraktion der mit Sand und Natriumsulfat verriebenen Probe mit Petroläther; Verteilung des isolierten Fettes zwischen Acetonitril-Petroläther.
Gruppen 3—5 sowie Rauchkondensate	Gemäß der Vorschrift für fettarme Produkte, d. h. Extraktion mit wässrigem Acetonitril.
Humanserum	Extraktion mit Hexan wie in Literatur (9, 14) beschrieben. Die direkte alkalische Hydrolyse des Serums wurde ebenfalls durchgeführt.
Kosmetika	Verreiben der Probe mit Natriumsulfat und anschließend Extraktion mit Petroläther; Verteilung Acetonitril-Petroläther.

Alle Extrakte wurden anschließend einer Säulenchromatographie an Florisil unterworfen. Zur quantitativen und qualitativen Bestimmung der Pestizide in den drei Florisileluaten (6 %, 15 % und 50 % Aether in Petroläther) diente ein Gaschromatograph mit Elektroneneinfangdetektor (Pye Serie 104).

Ausbeuteversuche ergaben Rückgewinnungen von 80—100 %. Bis auf Hexachlorbenzol (HCB) sind keine Ausbeutekorrekturfaktoren verwendet worden. Die Analysenwerte für HCB wurden mit dem früher in Fetten und Ölen bestimmten Faktor von 1,43 (12) multipliziert. Die Lebensmittelgruppen wurden allgemein auf folgende Pestizide analysiert: Hexachlorbenzol (HCB), Hexachlorcyclohexanisomere ( $\alpha$ -,  $\beta$ - und  $\gamma$ -HCH), Heptachlorepoxyd, Dieldrin, Endrin, DDT und Metaboliten, Malathion, Parathion sowie Diazinon. In den Gruppen 1 und 2 wurden einige Bestimmungen polychlorierter Biphenyle (PCB's) durchgeführt. Die Nachweisgrenzen für alle Pestizide lagen im Durchschnitt bei 0,001 ppm und für die chlorierten Biphenyle bei 0,05 ppm (ausgedrückt als Aroclor 1254). Im Fall der Kosmetika-Analysen lag die Nachweisgrenze der analytischen Methode je nach Pestizid zwischen 0,010—0,10 ppm, da zum Teil sehr starke Interferenzen die sichere Auswertung der Gaschromatogramme erschwerten.

Die Quecksilberbestimmungen wurden nach Lit. (16) durchgeführt (Säureaufschluß, flammenlose Atomabsorption).

Alle Pestizide wurden mindestens auf zwei gaschromatographischen Säulen (QF-1 und DC-11) qualitativ und quantitativ bestimmt. Ergab die quantitative Bestimmung erhebliche Unterschiede, so wurde der kleinere Wert als der richtigere angesehen. In einigen Fällen (z. B. Humanserum, Kosmetika) dienten Bestätigungsmethoden (10, 11, 12) zur sicheren Identifizierung und Quantifizierung der gaschromatographischen Peaks. Einige Extrakte der Gruppe 4 wurden einem zusätzlichen Reinigungsverfahren unterworfen: Säulenchromatographie an mit Silbernitrat imprägniertem Aluminiumoxid nach Lit. (13). Zur Quantifizierung und Bestätigung der chlorierten Biphenyle (PCB's) kam die Reaktionsgaschromatographie, wie sie bereits in einer früheren Arbeit (11) kurz erwähnt wurde, zur Anwendung.

### 3. Resultate

#### 3.1 Lebensmittelgruppen

In den Tabellen 2—6 sind die Resultate der verschiedenen Lebensmittelgruppen dem jeweiligen Menütyp entsprechend zusammengestellt. Die nicht in den Tabellen aufgeführten Pestizide, auf die jedoch geprüft wurde, lagen im Gehalt unterhalb der Nachweisgrenze. Die Angaben für PCB's sind als Schätzungen zu betrachten und beziehen sich auf PCB's mit einem Chlorgehalt von 54 %.

Tabelle 2. Pestizidgehalte in zubereiteten Mahlzeiten  
Gruppe 1: Milch und Milchprodukte

Menü- typ	Pestizidgehalt in der Tagesportion ( $\mu\text{g}$ )								
	HCB	$\alpha$ -HCH	$\beta$ -HCH	$\gamma$ -HCH	Hepta- chlor- epoxid	Dieldrin	Total DDT	PCB's	Hg
A	1,19	0,61	1,61	0,49	0,29	0,49	1,44	—	2,79
B	2,57	2,59	0,93	0,95	nn	3,14	2,33	36	2,31
C	4,58	6,10	0,32	1,74	0,36	4,52	3,38	—	2,81
D	2,50	2,35	1,05	1,25	0,29	1,77	1,14	46	3,45
E	7,18	3,04	1,08	1,50	0,30	2,22	4,19	4	4,50

nn = nicht nachweisbar

— = nicht gemessen

Total-DDT = DDT + 1,114 · DDE + 1,108 · DDD

Tabelle 3. Pestizidgehalte in zubereiteten Mahlzeiten  
Gruppe 2: Fleisch, Fleischprodukte, Fisch, Geflügel, Fette

Menü- typ	Pestizidgehalt in der Tagesportion ( $\mu\text{g}$ )								
	HCB	$\alpha$ -HCH	$\beta$ -HCH	$\gamma$ -HCH	Hepta- chlor- epoxid	Dieldrin	Total DDT	PCB's	Hg
A	0,96	0,43	0,50	0,67	0,28	0,26	4,32	—	3,99
B	0,78	0,74	3,20	0,28	0,29	2,03	1,33	5	2,87
C	0,26	0,45	0,18	1,59	nn	0,32	2,52	6	8,98
D	1,29	1,08	1,09	0,80	nn	1,49	5,61	38	5,64
E	0,16	0,15	0,11	0,15	nn	0,31	0,74	2	2,69

nn = nicht nachweisbar

— = nicht gemessen

Total-DDT = DDT + 1,114 · DDE + 1,108 · DDD

Tabelle 4. Pestizidgehalte in zubereiteten Mahlzeiten  
Gruppe 3: Cerealien, Backwaren, Kartoffeln, Teigwaren

Menütyp	Pestizidgehalt in der Tagesportion ( $\mu\text{g}$ )						
	HCB	$\alpha$ -HCH	$\beta$ -HCH	$\gamma$ -HCH	Dieldrin	Malathion	Hg
A	nn	nn	nn	3,44	nn	nn	8,14
B	0,17	0,09	nn	0,60	nn	nn	7,82
C	nn	nn	nn	0,31	nn	71,2	4,38
D	nn	0,06	0,11	0,23	0,28	nn	5,85
E	0,05	0,05	nn	0,94	0,24	4,7	3,77

nn = nicht nachweisbar

Tabelle 5. Pestizidgehalte in zubereiteten Mahlzeiten  
Gruppe 4: Früchte, Fruchtsäfte und Gemüse

Menütyp	Pestizidgehalt in der Tagesportion ( $\mu\text{g}$ )						
	HCB	$\alpha$ -HCH	$\beta$ -HCH	$\gamma$ -HCH	Heptachlor- epoxid	DDT- Gruppe	Hg
A	0,06	nn	nn	nn	nn	nn	nn
B	nn	nn	0,04	0,13	nn	nn	1,02
C	nn	nn	nn	nn	nn	nn	2,51
D	0,46	nn	nn	nn	0,06	nn	2,49
E	0,05	nn	0,05	nn	nn	0,32	2,77

nn = nicht nachweisbar

Tabelle 6. Pestizidgehalte in zubereiteten Mahlzeiten  
Gruppe 5: Getränke und Genußmittel

Menütyp	Pestizidgehalt in der Tagesportion ( $\mu\text{g}$ )				
	$\alpha$ -HCH	$\beta$ -HCH	$\gamma$ -HCH	DDT-Gruppe	Hg
A	nn	nn	0,21	0,64	1,15
B	nn	0,03	nn	0,03	nn
C	nn	nn	0,02	nn	nn
D	nn	nn	0,06	nn	nn
E	nn	nn	0,07	nn	nn

nn = nicht nachweisbar

In *Tabelle 7* sind die Angaben der Tabellen 2 bis 6 zusammengefaßt. Die aufgeführten Zahlen entsprechen den Gehalten der einzelnen Pestizide im jeweiligen Tagesmenü.

Tabelle 7. Totalgehalt der einzelnen Pestizide in den verschiedenen Tagesmahlzeiten

Tagesmenütyp	Totalgehalt ( $\mu\text{g}$ )													Summe Organo- chlor. Pestiz. ( $\mu\text{g}$ )	Hg ( $\mu\text{g}$ )
	HCB	$\alpha$ -HCH	$\beta$ -HCH	$\gamma$ -HCH	Total HCH	Hepta- chlor- epoxid	p,p'- DDE	p,p'- DDD	p,p'- DDT	Total DDT*	Dieldrin	Mala- thion	** PCB's		
A	2,21	1,04	2,11	4,81	7,96	0,57	1,83	1,61	2,57	6,40	0,75	nn	—	17,9	16,1
B	3,52	3,42	4,20	1,96	9,58	0,29	2,73	nn	0,65	3,69	5,17	nn	41	22,3	14,0
C	4,84	6,55	0,50	3,66	10,71	0,36	1,89	0,52	3,22	5,90	4,84	71,2	—	26,7	18,7
D	4,25	3,49	2,25	2,34	8,08	0,35	2,82	nn	3,61	6,75	3,54	nn	84	23,0	17,4
E	7,44	3,24	1,24	2,66	7,14	0,30	2,34	0,54	2,03	5,25	2,77	4,7	6	22,9	13,7
Mittelwerte	4,45	3,55	2,06	3,09	8,69	0,37	2,32	0,53	2,42	5,60	3,41	—	—	22,6	16,0

nn = nicht nachweisbar

— = nicht gemessen

\* Total DDT = DDT + 1,114 · DDE + 1,108 DDD

\*\* Schätzung, Angabe als Aroclor 1254

### 3.2 Humanfette

In *Tabelle 8* sind unsere Resultate von 12 analysierten Humanfettproben zusammengestellt. Der Gehalt an  $\alpha$ -HCH,  $\gamma$ -HCH, Heptachlorepoxyd, p,p'-DDD und Endrin lag in allen Proben unterhalb von 0,02 ppm pro Fett. Die PCB-Gehalte sind wiederum nur als Schätzwerte zu betrachten. Die Pestizidgehalte sind durch Mittelwertbildung der Resultate von mindestens 3 verschiedenen GC-Säulen erhalten worden. Bis auf die PCB's sind alle Werte auf das isolierte Fett bezogen. Die PCB-Gehalte sind pro Gewebe angegeben.

*Tabelle 8. Analysenresultate von Humanfettproben*

Geschlecht	Alter (Jahre)	Fettgehalt (%)	Pestizidgehalt pro Fett (ppm)						
			HCB	$\beta$ -HCH	p,p'-DDE	p,p'-DDT	Total DDT <sup>4</sup>	Dieldrin	PCB's <sup>3</sup>
w	74	96	0,9	0,9	3,4	0,9	4,7	0,37	1,0
m	82	75	3,1	0,8	5,0	1,8	7,4	0,57	0,5
m	57	29	4,8	1,8	7,9	2,0	10,8	0,27	2,2
w	61	31	2,8	1,6	9,9	5,2	16,3	0,35	1,2
m	34	76	1,0	1,6	3,8	1,4	5,7	0,15	0,5
w	81	62	2,1	1,7	0,6	1,2	1,9	0,06	0,5
w	49 <sup>1</sup>	90	0,6	0,6	2,7	1,4	4,4	0,19	0,7
w	49 <sup>2</sup>	80	0,8	0,5	3,0	1,5	4,9	0,07	—
m	65	80	1,0	0,4	2,0	1,4	3,7	0,35	2,0
w	50	81	1,5	0,4	2,3	1,1	3,6	0,41	2,1
w	68	57	1,5	0,5	2,8	1,3	4,4	0,41	0,4
w	55	85	1,1	0,3	3,7	0,9	5,1	0,31	0,5
w	62	69	1,8	0,9	1,3	0,8	2,3	0,11	0,6
Mittelwerte			1,9	0,9	3,8	1,6	5,9	0,29	1,0

<sup>1</sup> Bauchdecke

<sup>2</sup> Bauchhöhle

<sup>3</sup> Schätzung pro Gewebe, ausgedrückt als Aroclor 1254 (zur Analyse wurde das Fett nicht separat isoliert: direkte alkalische Hydrolyse des Gewebes)

<sup>4</sup> Total DDT = DDT + 1,114 · DDE

— nicht analysiert

### 3.3 Humanblut

In *Tabelle 9* sind die Resultate der analysierten Blutserummischprobe zusammengestellt. Die Rückgewinnung wurde nur für Dieldrin in Vollblut überprüft. Zur Korrektur der übrigen Meßwerte verwendeten wir die von *Dale* und Mitarbeitern (14) bestimmten Ausbeuten für Vollblut. In der Tabelle sind auch die Resultate aufgeführt, die durch direkte Verseifung des Serums und anschließender Florisilsäulenchromatographie erhalten wurden. Der Gehalt an  $\alpha$ -HCH war kleiner als 0,05 ppb und derjenige an p,p'-DDD und Heptachlorepoxyd kleiner als 0,4 ppb.

*Tabelle 9. Pestizidgehalte einer Mischprobe von Humanserum*

Pestizid	Pestizidgehalt im Blutserum (ppb)		
	Meßwerte des Hexanextraktes	Meßwerte nach alkalischer Hydrolyse des Serums	Korr. Werte <sup>2</sup>
HCB	3,4	3,6	4,0 <sup>1</sup>
$\beta$ -HCH	2,4	— <sup>4</sup>	3,4
$\gamma$ -HCH	0,3	— <sup>4</sup>	0,4
p,p'-DDE	8,1	22,6	14,0
p,p'-DDT	2,4	nn	5,3
Dieldrin	1,1	1,1	1,1
PCB's <sup>3</sup>	—	11	11

<sup>1</sup> Ausbeute der Alkalibehandlung: 90 % (12)

<sup>2</sup> Korrigiert nach Lit. (14) für Extraktionsausbeute

<sup>3</sup> Als Aroclor 1254

<sup>4</sup> Als Trichlorbenzol vorhanden

### 3.4 Zigarettenrauch

In der folgenden *Tabelle 10* sind unsere Resultate von 13 Zigarettenmarken zusammengefaßt. Die aufgeführten Standardfehler der Mittelwerte und die Extremwerte beziehen sich auf die Anzahl der untersuchten Proben (N = 13). Der Gang der Analyse wurde nur auf Organochlor-Pestizide ausgerichtet. Das in größerer Menge auftretende p,p'-DDD-Olefin ist ein Abbauprodukt von p,p'-DDT und wird beim Verbrennungsprozeß gebildet (17, 18).

Tabelle 10. Analysen von Zigarettenrauchkondensaten

Pestizide	Gehalt pro Zigarette ( $\mu\text{g}$ )		
	Mittelwert <sup>2</sup>	Standardfehler des Mittelwertes <sup>3</sup>	Bereich
$\gamma$ -HCH + $\alpha$ -HCH	0,028	0,006	0,007—0,080
p,p'-DDE	0,23	0,043	0,030—0,56
p,p'-DDD	0,78	0,187	0,05 —1,73
p,p'-DDT	0,40	0,097	0,04 —1,13
p,p'-DDD-Olefin	0,54	0,116	0,10 —1,23
Total DDT-Gruppe <sup>1</sup>	2,29	0,49	0,54 —5,87
Dieldrin	0,023	0,014	0,002—0,19
Endrin	0,006	0,002	nn—0,02

<sup>1</sup> Summe aller Produkte mit DDT-Gerüst ohne Korrektur für Molekulargewichte jedoch inkl. o,p'-Isomere und p,p'-DDD-Olefin.

<sup>2</sup> Anzahl untersuchter Zigarettenmarken:  $N = 13$

<sup>3</sup>  $s/\sqrt{N}$

### 3.5 Körperpflegeartikel

In *Tabelle 11* sind unsere Analysenresultate bezüglich Rückstände von Organochlor-Pestiziden in verschiedenen Körperpflegeartikeln zusammengestellt. Die Auswertung der erhaltenen Gaschromatogramme war teilweise infolge von Interferenzen erschwert.

## 4. Diskussion

### 4.1 Der Beitrag verschiedener Lebensmittelgruppen zur Pestizidaufnahme

Werden die in den *Tabellen 2 bis 6* aufgeführten Daten betrachtet, so ist sofort ersichtlich, daß die durch das Essen eingenommene Pestizidmenge größtenteils in den beiden Gruppen Milch und Milchprodukte sowie Fleisch und Fleischprodukte enthalten ist. Nehmen wir den Totalgehalt an Organochlor-Pestiziden als Maßstab für das Vorkommen in den einzelnen Lebensmittelgruppen, so ergibt sich das in *Tabelle 12* im Vergleich mit ausländischen Daten dargestellte Bild.

Tabelle 11. Organochlor-Pestizide in Körperpflegeartikeln

Produkt	Pestizidgehalt (ppb)						
	HCB	$\alpha$ -HCH	$\beta$ -HCH	$\gamma$ -HCH	p,p'-DDT	p,p'-DDE	Dieldrin
Lippenstift 1	I	90	350	230	—	—	—
Lippenstift 2	80	80	8270	200	1300	180	1220
Lippenstift 3	20	550	270	90	120	—	—
Handcreme 1	10	—	—	—	130	—	—
Handcreme 2	—	—	—	—	—	—	10
Handcreme 3	10	20	400	20	—	30	40
Handcreme 4	—	—	860	—	—	100	110
Body Lotion 1	—	—	—	—	—	—	—
Body Lotion 2	I	—	—	—	—	10	—
Body Lotion 3	I	10	—	I	—	—	—
Body Lotion 4	I	I	—	—	—	—	—
Nährcreme (für normale Haut)	I	30	—	—	—	—	—
Nährcreme (für trockene Haut)	I	30	4820	10	300	80	120
Haarpackung	10	—	—	20	—	—	—

I = Interferenzen

— = unterhalb der Nachweisgrenze

Tabelle 12

Aufnahme von Organochlor-Pestiziden durch verschiedene Nahrungsmittelgruppen

Nahrungsmittelgruppe	Beitrag zur täglichen Totalaufnahme an Organochlor-Pestiziden (%)			
	Schweiz 71/72 diese Arbeit	Kanada 69 Lit. (19) <sup>1</sup>	USA 68—70 Lit. (20) <sup>1</sup>	England 65 Lit. (21) <sup>1 2</sup>
Milch, Milchprodukte, Fleischwaren, Fische usw. (Gruppe 1 und 2)	91,3	43,9	56	48
Cerealien, Backwaren, Kartoffeln (Gruppe 3)	6,7	7,9	10	35,7 <sup>3</sup>
Früchte, Gemüse und deren Säfte (Gruppe 4)	0,9	46,7	34	16,2
Getränke und Genußmittel (Gruppe 5)	1,1	1,5	(Spuren)	0,1

<sup>1</sup> Von uns berechnet mit Hilfe der in der Literatur aufgeführten Daten

<sup>2</sup> nur DDT-Gruppe und Dieldrin

<sup>3</sup> davon Kartoffeln 17 %

Der Vergleich mit andern Ländern zeigt, daß gemäß dieser Untersuchung der Anteil an Organochlor-Pestiziden, die im Mittel täglich durch die Nahrungsmittel Milchprodukte und Fleisch aufgenommen werden, mit rund 90 % ca. doppelt so hoch zu liegen scheint wie in einigen angelsächsischen Ländern. Früchte und Gemüse tragen jedoch in diesen Ländern zwischen 16 und 47 % zur täglichen Einnahme bei. Der Beitrag von Gemüse und Früchten von rund 1 % in der Schweiz ist verständlich, wenn bedacht wird, daß die Organochlor-Pestizide hier schon seit längerer Zeit nicht mehr direkt auf diesen Produkten angewendet werden.

#### 4.2 Die mittlere tägliche Einnahme von Pestiziden und Quecksilber via Nahrungsmittel

Im folgenden soll die geschätzte effektive tägliche Einnahme (EDI)<sup>1</sup> von Pestiziden via Nahrungsmittel verglichen werden mit der *toxikologisch maximal zulässigen Tagesdosis* (ADI)<sup>2</sup>. Die in *Tabelle 7* aufgeführten Werte sind zu diesem Zweck in *Tabelle 13* nochmals zusammengestellt.

<sup>1</sup> Effective daily intake

<sup>2</sup> Acceptable daily intake

*Tabelle 13*  
Vergleich der geschätzten mittleren EDI-Werte mit den ADI-Werten der FAO/WHO

Pestizid	ADI <sup>1</sup> (mg/Tag · Mensch)	EDI (mg/Tag · Mensch)	$\frac{EDI}{ADI} \cdot 100$ (%)
Hexachlorbenzol	0,042	0,0045	10,7
Total-HCH	0,875 <sup>2</sup>	0,0087	1,0
Heptachlorepoxyd	0,035	0,0004	1,1
Dieldrin	0,007	0,0034	48,6
DDT-Gruppe	0,350	0,0056	1,6
Malathion	1,400	0,0152	1,1
PCB's	0,15—0,30 <sup>3</sup>	0,005—0,084	3,3—28,0
Quecksilber	0,043 <sup>4</sup>	0,016	37,2

<sup>1</sup> nach Lit. (23) für 70 kg schweren Menschen

<sup>2</sup> Wert für Lindan

<sup>3</sup> nach Lit. (24)

<sup>4</sup> nach Lit. (53)

Obwohl sich die Berechnung des zulässigen ADI-Wertes normalerweise auf ein 60 kg schweres Individuum bezieht, haben wir hier die Werte auf einen 70 kg schweren Menschen berechnet, damit sie besser mit ausländischen Angaben verglichen werden können. Die Zusammenstellung in *Tabelle 13* zeigt, daß nur im Fall von Dieldrin und Quecksilber die höchstzulässige, lebenslängliche Tagesdosis durch die Nahrungsaufnahme zu rund 40 % ausgeschöpft wird. Die übrigen Pestizide liegen einen Faktor 10 bis 100 unterhalb den von der FAO/WHO empfohlenen Höchstwerten. Auch wenn die in *Tabelle 7* aufgeführten Maximalwerte eingesetzt werden, so treten in keinem Fall Ueberschreitungen der ADI-Werte auf. Aus den Daten in *Tabelle 14* geht auch hervor, daß die tägliche Einnahme von Pestiziden in der Schweiz im gleichen Rahmen zu liegen scheint wie in den angelsächsischen Ländern.

*Tabelle 14*  
Zusammenstellung der geschätzten EDI-Werte in verschiedenen Ländern

Land	Jahr	Aufnahme ( $\mu\text{g}$ / Mensch · Tag)				Literatur
		Total HCH	Total DDT	Dieldrin	Heptachlor-epoxid	
Schweiz	1971/72	8,7	5,6	3,4	0,4	diese Arbeit
Kanada	1969	< 3,0	18,0	3,6	—	(19)
Großbritannien	1965/66	—	70,0	21,0	—	(21)
Großbritannien	1966/67	16,5	44,1	6,3	—	(25)
USA	1965-70	5,6	49,0	4,9	2,1	(20)
Ungarn	1967/68	256,1	264,5	—	—	(26)

— = keine Angaben

Für DDT und seine Metaboliten erscheint die tägliche Einnahme in andern Ländern bedeutend größer zu sein. Da in der schweizerischen Landwirtschaft in den letzten Jahren nur noch wenig DDT verbraucht wurde, ist der Schätzwert von 6  $\mu\text{g}$  Total-DDT für die tägliche Einnahme via Nahrungsmittel erklärbar.

Die WHO betrachtet eine wöchentliche Aufnahme von 0,3 mg Quecksilber pro Mensch als duldbar (53). Aus den vorliegenden Daten ergibt sich eine mittlere wöchentliche Aufnahme von rund 0,1 mg, was gut mit den in andern Ländern ermittelten Werten korreliert: Bundesrepublik Deutschland 0,053 mg (54), Vereinigte Staaten 0,14 mg (55), Schweden 0,04—0,21 mg (55).

Bezüglich der Ausschöpfung des ADI-Wertes scheinen Dieldrin, Hexachlorbenzol und Quecksilber die bedenklichsten Chemikalien zu sein, gefolgt von den chlorierten Biphenylen (vgl. *Tabelle 13*). Auf Grund der vorliegenden Daten

ergeben sich keine Hinweise dafür, daß die Belastung der Bevölkerung mit Organochlor-Pestiziden und Quecksilber in der Schweiz größer wäre als in andern Ländern und daß sie, gemäß heutigen toxikologischen Erkenntnissen, eine Gefahr für die Gesundheit darstellen würde.

#### 4.3 Die Aufnahme von Organochlor-Pestiziden durch Körperpflege und Rauchen

Eine andere Quelle für die Aufnahme von Organochlor-Pestiziden sind Körperpflegemittel (47) und das inhalierende Rauchen (27). Die in den Körperpflegeartikeln gefundenen Organochlor-Pestizide sind im großen und ganzen identisch mit den in der Nahrung ermittelten. Die Gehalte liegen in der gleichen Größenordnung wie die in einer älteren Arbeit (47) bestimmten. Greifen wir von den in *Tabelle 11* aufgeführten Kosmetika diejenigen mit den höchsten Gehalten heraus, so ergibt sich für die tägliche Aufnahme von Organochlor-Pestiziden durch eine Frau die in *Tabelle 15* aufgeführte Schätzung. Es wird dabei angenommen, daß die erwähnten Kosmetika in mittlerem Umfang verwendet werden und daß die gesamte im Produkt enthaltene Pestizidmenge vollständig resorbiert wird.

*Tabelle 15. Schätzung für die totale Aufnahme an Organochlor-Pestiziden*

	Aufnahme (EDI) (mg / Tag · Mensch)				ADI <sup>1</sup> (mg / Tag · Mensch)
	Ernährung	Körperpflege	Rauchen	Total	
Hexachlorbenzol	0,0045	—	—	0,0045	0,042
Total HCH-Gruppe	0,0087	0,0163	0,0004	0,0254	0,875 <sup>2</sup>
Dieldrin	0,0034	0,0008	0,0003	0,0045	0,007
Total DDT-Gruppe	0,0056	0,0014	0,0321	0,0391	0,350

<sup>1</sup> nach Lit. (23) für 70 kg schweren Menschen

<sup>2</sup> Wert für Lindan

Mit Hilfe der in *Tabelle 10* aufgeführten Analysenresultate von Zigarettenrauchkondensaten läßt sich abschätzen, welche Menge Organochlor-Pestizide ein inhalierender Raucher zusätzlich aufnimmt. In einer Arbeit von *Bowery* und Mitarbeitern (27) ist gezeigt worden, daß im Fall von p,p'-DDD bei der Inhalation rund 70 % der im Rauch enthaltenen Menge resorbiert wird. Tierversuche zeigten auch, daß die Resorption und Ausscheidung des so aufgenommenen DDD's

ähnlich verläuft wie bei oraler Verabreichung (27). In *Tabelle 15* sind die EDI-Werte für einen Raucher, der pro Tag 20 Zigaretten inhaliert, zusammengestellt. Der Schätzung liegt die Annahme zu Grunde, daß der für DDD bestimmte Resorptionswert von rund 70 % auch für die andern aufgeführten Substanzen anwendbar ist, was sicher im Fall der DDT-Gruppe berechtigt erscheint.

Es ist aus *Tabelle 15* ersichtlich, daß sich bezüglich der Ausschöpfung des ADI-Wertes (vgl. Tab. 13) nichts Fundamentales ändert. Die Resultate legen jedoch die Vermutung nahe, daß ein großer Teil der täglichen Aufnahme von Pestiziden der DDT-Gruppe durch das Rauchen und ein großer Teil der täglichen Aufnahme der HCH-Gruppe ( $\beta$ -HCH) durch fetthaltige Kosmetika (Cremen) verursacht wird. Die beiden toxikologisch bedenklicheren Produkte Hexachlorbenzol und Dieldrin werden demgegenüber vorwiegend über die Nahrungsmittel aufgenommen.

#### 4.4 Humangewebe und Humanserum

Die in den Humangeweben als auch im Humanserum gefundenen Hauptprodukte sind: HCB,  $\beta$ -HCH, p,p'-DDT, p,p'-DDE, PCB's und Dieldrin (*Tab. 8, Tab. 9*). p,p'-DDD konnte weder in den Humanfetten noch im Humanserum nachgewiesen werden. Dieses Produkt kann jedoch ebenfalls im Fettgewebe gespeichert werden. Im Gegensatz zu DDE und DDT wird aber DDD rasch als DDA ausgeschieden (50). Da DDD zudem ein relativ selten verwendetes Produkt ist, könnten die in früheren Humanfettanalysen gefundenen hohen DDD-Gehalte durch PCB's vorgetäuscht sein.

Wie die *Tabellen 16 und 17* zeigen, sind die in der vorliegenden Arbeit ermittelten mittleren Gehalte an Organochlor-Pestiziden in Humanfetten und Humanserum gut vergleichbar mit denjenigen in andern Ländern. Dies deutet auf eine vergleichbare Aufnahme der erwähnten Pestizide hin. Für die DDT-Gruppe ergibt sich daher ein Widerspruch zu unseren Messungen in zubereiteten Mahlzeiten. Wird jedoch berücksichtigt, daß die Ausscheidung von im Fett gespeichertem DDT und DDE beim Menschen extrem langsam verläuft (49), ist die scheinbare Diskrepanz erklärbar.

Aus den Gehalten in Humanserum und in Humangeweben läßt sich die mittlere tägliche Aufnahme von *Dieldrin* abschätzen:

Die Anwendung der von *Hunter* und Mitarbeitern (6) ermittelten Beziehungen ergibt folgende Werte:  $\sim 8 \mu\text{g}/\text{Tag}$  aus dem Gewebegehalt und  $\sim 11 \mu\text{g}/\text{Tag}$  aus dem Blutgehalt. Diese Werte scheinen uns mit der in dieser Arbeit erhaltenen Totalaufnahme von rund  $5 \mu\text{g}/\text{Tag}$ , in Anbetracht der kleinen Stichprobe, größenordnungsmäßig vergleichbar. Dieses Vorgehen zur Abschätzung der mittleren täglichen Aufnahme ist für Dieldrin, das im Menschen eine Halbwertszeit von 3—4 Monaten besitzt (51), eher zulässig als für die DDT-Gruppe, die eine sehr viel längere Halbwertszeit (49) aufweist.

Tabelle 16. Uebersicht über Pestizidgehalte von Humanfett in verschiedenen Ländern

Land	Jahr	N	Mittelwert pro Fett (ppm)						Literatur
			HCB	$\beta$ -HCH	p,p'-DDE	p,p'-DDT	Dieldrin	PCB's	
Schweiz <sup>1</sup>	—	—	—	—	2,5	1,0	0,21	—	(28)
Schweiz	71/72	12	1,9	0,90	3,8	1,6	0,29	1,0 <sup>2</sup>	diese Arbeit
Bundesrepublik Deutschland	69	20	6,3	0,45	2,2	1,1	—	5,7	(29)
Bundesrepublik Deutschland	71	21	—	—	3,7	2,4	—	—	(30)
Holland <sup>2</sup>	67/68	11	—	—	1,7	0,3	0,20	—	(31)
Großbritannien <sup>3</sup>	64	100	—	—	2,3	1,0	0,21	—	(32)
Großbritannien <sup>3</sup>	69/71	201	0,05	0,27	1,8	0,5	0,16	—	(48)
Frankreich	71	100	—	—	2,2	0,9	0,45	—	(45)
Italien <sup>3</sup>	66/69	85	—	— <sup>6</sup>	8,8	3,5	0,68	—	(40)
USA	70/71	833	—	—	—	—	—	1—2 <sup>4 2</sup>	(33, 34)
USA	62/66	994	—	0,48 (total HCH)	7,0	2,6	0,14 <sup>5</sup>	—	(35)
USA	67/71	103	—	—	5,0	1,5	0,17	—	(36)
USA (Hawai)	67/68	30	—	—	11,5	3,1	0,08	—	(37)
USA	67/68	70	—	—	6,1	2,1	0,20	—	(38)
USA	70	200	—	0,30	7,2	1,9	0,20	—	(39)
Nigeria <sup>3</sup>	69	136	—	0,18	2,2	1,5	0,07	—	(41)
Japan	71/72	241	0,08	1,28	1,8	0,5	0,13	0,8 <sup>7</sup>	(52)

N = Probenumfang

— = keine quantitativen oder überhaupt keine Angaben

<sup>1</sup> nur Frauen

<sup>2</sup> pro Gewebe

<sup>3</sup> von uns komb. Daten

<sup>4</sup> ca. 30 % der Proben in diesem Bereich

<sup>5</sup> hier nur N = 221

<sup>6</sup> nicht vorhanden (?)

<sup>7</sup> hier nur N = 20

Tabelle 17 Uebersicht über Pestizidgehalte in Humanserum in verschiedenen Ländern

Land	Jahr	N	Mittelwerte pro Blutserum (ppb)						Literatur
			HCB	$\beta$ -HCH	p,p'-DDE	p,p'-DDT	Dieldrin	PCB's	
Schweiz	72	~ 100	4,0	3,4	14,0	5,3	1,1	11	diese Arbeit
USA	65	10	—	3,6	19,8	10,5	1,7	—	(14)
USA	67/68	1000	—	< 0,07	22,0	4,7	0,5	—	(42)
USA	67/71	970	—	—	17,6	3,8	0,9	—	(36)
USA	—	54	—	—	—	—	—	~ 3,7 <sup>2</sup>	(43)
USA	69/70	30	—	1,3	19,6	3,6	1,1	—	(44)
USA	70	200	—	0,3	15,5	4,0	0,9	—	(39)
Argentinien <sup>1</sup>	69/70	20	—	26,6	25,3	5,7	1,7	—	(46)

N = Anzahl analysierte Proben

— = keine Angaben

<sup>1</sup> Angaben wurden von uns mit Hilfe der Daten in Lit. (14) auf Serum umgerechnet

<sup>2</sup> im Plasma

## Zusammenfassung

Es werden die Analysenergebnisse bezüglich Pestizidrückstände in 15 zubereiteten Mahlzeiten, in 12 Humanfettproben, in Humanserum, in 13 Zigarettenrauchkondensaten und in 14 Körperpflegeartikeln mitgeteilt. Hexachlorbenzol,  $\beta$ -Hexachlorcyclohexan, p,p'-DDE, p,p'-DDT, Dieldrin und polychlorierte Biphenyle sind in zubereiteten Mahlzeiten, in Humanserum und in Humangewebe die gefundenen Hauptprodukte. Die höchstzulässige Tagesdosis (ADI) wird, ausgenommen für Dieldrin, nur zu höchstens 10 % ausgeschöpft. Die Ergebnisse zeigen, trotz den zahlenmäßig beschränkten Untersuchungen, daß die Belastung der schweizerischen Bevölkerung mit Pestiziden und Quecksilber als vergleichbar mit derjenigen in anderen Ländern angesehen werden kann. Es sind Hinweise dafür vorhanden, daß die toxikologisch bedenklicheren Wirkstoffe Hexachlorbenzol und Dieldrin vorwiegend durch die Nahrungsmittel aufgenommen werden. Substanzen der DDT- und HCH-Gruppe könnten wesentlich auch durch Körperpflege und Rauchen aufgenommen werden.

## Summary

Pesticide residues were determined in 15 home-prepared meals, 12 samples of human adipose tissue, in blood serum, in 13 samples of cigarette smoke condensate as well as in 14 cosmetic preparations. Hexachlorbenzol,  $\beta$ -HCH, p,p'-DDE, p,p'-DDT, Dieldrin and PCB's are the main contaminants found in human adipose tissue, blood serum and prepared meals. In general the residue do not exceed, except for Dieldrin, the 10 % level of the Acceptable Daily Intake (ADI). In spite of the limited amount of data, the results of this study show that the exposition of the swiss population to pesticide and mercury residus compares favorably with the situation in other countries. Residues of dieldrin and hexachlorbenzol are consumed mainly by food whereas the main quantities of residues of the HCH-group and of the DDT-group could reach the body through cigarettes smoke and/or cosmetic preparations.

## Résumé

Les résultats d'analyses portant sur les résidus de pesticides dans les composants de 15 repas, dans 12 prélèvements de tissu adipeux humain, dans du sérum humain, dans 13 condensés de fumée de cigarette et dans 14 produits cosmétiques ont révélé que l'hexachlorobenzène, le  $\beta$ -hexachlorocyclohexane, le p,p'-DDE, le p,p'-DDT, la dieldrine et les biphenyles polychlorés constituaient les principaux résidus présents dans les mets ainsi que dans le sérum et les tissus humains. De façon générale, ils n'excèdent pas, sauf en ce qui concerne la dieldrine, le taux de 10 % représentant la dose journalière admissible. En dépit du nombre restreint de données qu'elle a fourni, cette étude montre que la situation de la population suisse, en ce qui concerne l'exposition aux effets des résidus de pesticides, et de mercure est comparable à celle des populations d'autres pays. Les produits douteux, au point de vue toxicologique, que sont l'hexachlorobenzène et la dieldrine semblent être absorbés par l'homme principalement avec les aliments, tandis que les substances des groupes DDT et HCH se trouveraient surtout dans certains produits cosmétiques et dans les cigarettes.

## Dank

Herrn Dr. *E. Matthey*, Chef der Lebensmittelkontrolle des Eidg. Gesundheitsamtes, möchten wir an dieser Stelle für die stetige Anteilnahme und Förderung unserer experimentellen Arbeiten danken.

Herrn Dr. *A. Miserez* und Herrn Dr. *M. Erard* von der Sektion Lebensmittelchemie der Abteilung Lebensmittelkontrolle des Eidg. Gesundheitsamtes verdanken wir die Durchführung der Quecksilberanalysen in den zubereiteten Mahlzeiten.

Herrn Dr. *A. Ramuz*, Kantonschemiker des Kantons Waadt, danken wir für die Herstellung der Zigarettenrauchkondensate.

Herrn Dr. *R. Pflugshaupt* vom Zentrallabor des schweizerischen Blutspendedienstes in Bern danken wir für die Humanserumproben.

Herrn Dr. *T. Schaffner* vom Pathologischen Institut des Inselspitals Bern danken wir für die Humangewebeproben.

Herrn Professor Dr. med., Dr. phil. II *Ch. Schlatter*, Veterinär-physiologisches Institut der Universität Zürich, danken wir für seine Ratschläge bei der Abfassung der vorliegenden Arbeit.

## Literatur

1. *Campbell, J. E., Richardson, L. A. and Schafer, M. L.*: Arch. Environ. Health **10**, 831 (1965).
2. *Radomski, J. L., Deichmann, W. B., Clizer, E. E. and Rey A.*: Food Cosmet. Toxicol. **6**, 209 (1968).
3. *Roos, F. und Wyß, W.*: Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. **63**, 108 (1972).
4. *Robinson, J.*: Can. Med. Assoc. J. **100**, 180 (1969).
5. *Kraybill, H. F.*: Can. Med. Assoc. J. **100**, 204 (1969).
6. *Hunter, C. G., Robinson, J. and Roberts, M.*: Arch. Environ. Health **18**, 12 (1969).
7. *Radomski, J. L., Deichmann, W. B., Rey, A. A. and Merkin, T.*: Toxicol. Appl. Pharmacol. **20**, 175 (1971).
8. *Liska, B. J. and Stadelman, W. J.*: Residue Rev. **29**, 61 (1969).
9. FDA: «Pesticide Analytical Manual», Vol. 1 und Vol. 3 (1970/1971).
10. *Zimmerli, B., Sulser, H. und Marek B.*: Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. **62**, 60 (1971).
11. *Zimmerli, B., Marek, B. und Sulser, H.*: Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. **64**, 70 (1973).
12. *Zimmerli, B. und Marek, B.*: Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. **63**, 273 (1972).
13. *Holmes, D. C. and Wood, N. F.*: J. Chromatog. **67**, 173 (1972).
14. *Dale, W. E., Curley A. and Cueto C.*: Life Sciences **5**, 47 (1966).
15. *Askew, J., Mitchell, T. H., Thomson, J. and Wheals, B. B.*: J. Chromatog. **32**, 417 (1968).
16. *Erard, M. und Miserez, A.*: Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. (im Druck).
17. *Hoffmann, D. und Rathkamp, G.*: Beitr. Tabakforsch. **4**, 201 (1968).
18. *Chopra, N. M., Domaski, J. J. und Osborne, N. B.*: Beitr. Tabakforsch. **5**, 167 (1970).
19. *Smith, D. C.*: Pestic. Sci. **2**, 92 (1971).
20. *Duggan R. E. and Corneliussen, P. E.*: Pestic. Monitor. J. **5**, 331 (1972).
21. *McGill, A. E. J. and Robinson, J.*: Food Cosmet. Toxicol. **6**, 45 (1968).
22. *Walker, K. C., Goette, M. B. and Batchelor, G. S.*: J. Agr. Food Chem. **2**, 1034 (1954).
23. WHO: Wld. Hlth. Org. tech. Rep. Ser. No. 502 (1972), Geneva.

24. FDA: Food Chemical News **13**, 12 (1971).
25. *Abbott, D. C., Holmes, D. C. and Tatton, J. O. G.*: J. Sci. Food Agr. **20**, 245 (1969).
26. *Soòs, K.*: Z. Lebensm. Unters. -Forsch. **141**, 219 (1969).
27. *Bowery, T. G., Gatterdam, P. E., Guthrie, F. E. and Rabb, R. L.*: J. Agr. Food Chem. **13**, 356 (1965).
28. *Weilenmann, H. R.*: Präventivmedizin **15**, 161 (1970).
29. *Acker, L. und Schulte, E.*: Deut. Lebensm. Rundschau **66**, 385 (1970).
30. *Barchet, R., Biermann, J., Feucht, M., Haag, Th., Jori, H. und Wilk G.*: Deut. Lebensm. Rundschau **68**, 69 (1972).
31. *De Vlieger, M., Robinson, J., Baldwin, M. K., Crabtree, A. N. and van Dijk, M. C.*: Arch. Environ. Health **17**, 759 (1968).
32. *Robinson, J., Richardson, A., Hunter, C. G., Crabtree, A. N. and Rees, H. J.*: Brit. J. Ind. Med. **22**, 220 (1965).
33. *Price, H. A. and Welch, R. L.*: Environ. Health Perspect. **1**, 73 (1972).
34. *Yobs, A. R.*: Environ. Health Perspect. **1**, 79 (1972).
35. *Hoffmann, W. S., Adler, H., Fishbein, W. I. and Bauer, I. C.*: Arch. Environ. Health **15**, 758 (1967).
36. *Warnick, S. L.*: Pestic. Monitor. J. **6**, 9 (1972).
37. *Casarett, L. J., Fryer, G. C., Yauger, W. L. and Klemmer, H. W.*: Arch. Environ. Health **17**, 306 (1968).
38. *Morgan, D. P. and Roan, C. C.*: Arch. Environ. Health **20**, 452 (1970).
39. *Wyllie, J., Gabica, J. and Benson, W. W.*: Pestic. Monitor. J. **6**, 84 (1972).
40. *Prati, L., Pavanello, R. and Ghezzi, F.*: Bull. Wld. Hlth. Org. **46**, 363 (1972).
41. *Wassermann, M., Sofoluwe, G. O., Tomatis, L., Day, N. E., Wassermann, D. and Lazarovici S.*: Environ. Physiol. Biochem. **2**, 59 (1972).
42. *Watson, M., Benson, W. W. and Gabica, J.*: Pestic. Monitor. J. **4**, 47 (1970).
43. *Hammer, D. I., Finklea, J. F., Priester, L. E., Keil, J. E., Sandifer, S. H. and Bridbord, K.*: Environ. Health Perspect. **1**, 83 (1972).
44. *Warnick, S. L. and Carter, J. E.*: Arch. Environ. Health **25**, 265 (1972).
45. *Fournier, E., Treich, I. and Capelle, N.*: Eur. J. Toxicol. **5**, 11 (1972).
46. *Radomski, J. L., Astolfi, E., Deichmann, W. B. and Rey A. A.*: Toxicol. Appl. Pharmacol. **20**, 186 (1971).
47. *Edmundson, W. F., Fiserova-Bergerova, V., Davies, J. E., Frazier, D. E. and Nachman, G. A.*: Ind. Med. Surg. **36**, 806 (1967).
48. *Abbott, D. C., Collins, G. B. and Goulding, R.*: Brit. Med. J. **2**, 553 (1972).
49. *Morgan, D. P. and Roan, C. C.*: Arch. Environ. Health **22**, 301 (1972).
50. *Roan, C. C., Morgan, D. P. and Paschal, E. H.*: Arch. Environ. Health **22**, 309 (1972).
51. *Hunter, C. G. and Robinson, J.*: Arch. Environ. Health **15**, 614 (1967).
52. *Curley, A., Burse, V. W., Jennings, R. W., Villanueva, E. C., Tomatis, L. and Akazaki, K.*: Nature **242**, 338 (1973).
53. WHO: Wld. Hlth. Org. tech. Rep. Ser. No 505 (1972) Geneva.
54. *Schelenz, R. und Diehl, J. F.*: Z. Lebensm. Unters. Forsch. **151**, 369 (1973).
55. Zit. nach «Methyl mercury in fish» A toxicologic-epidemiologic evaluation af risks, Report from an expert group, Nordisk Hygienisk Tidskrift, Supl. 4, Stockholm 1971. Seiten 74—75.