

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

Herausgeber: Bundesamt für Gesundheit

Band: 70 (1979)

Heft: 4

Artikel: Orientierende Untersuchung zum Vorkommen von Pentachlorphenol in Humanurin

Autor: Zimmerli, B. / Marschall, Therese / Marek, B.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-983729>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 06.01.2025

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

Orientierende Untersuchung zum Vorkommen von Pentachlorphenol in Humanurin

B. Zimmerli, Therese Marschall und B. Marek

Bundesamt für Gesundheitswesen, Bern

Einleitung

Pentachlorphenol (PCP) dient als Fungizid, Bakterizid, Herbizid, Insektizid und Molluskizid (1). In der Schweiz dürfte PCP vor allem wegen seiner fungiziden und bakteriziden Wirkung als Konservierungsmittel für Holz, Leder, gewisse Textilien, Anstriche, Farben sowie in der Papierindustrie Verwendung finden. Weltweit wird die überwiegende Menge im chemischen Holzschutz eingesetzt (2). Uebersichtsarbeiten betreffend Herstellung, Gehalte an Nebenprodukten, Verwendung, Analytik, Toxikologie, Metabolismus und Umweltverhalten dieser Substanz liegen vor (1—5). Sie läßt sich im Urin, Blut, Fett und in Samenflüssigkeit von nicht beruflich exponierten Personen in Mengen von größenordnungsmäßig 20 $\mu\text{g}/\text{kg}$ nachweisen (6, 7). In den USA wurden in einer neueren Untersuchung (6, 7) im Urin von 60 nicht beruflich exponierten Personen PCP-Gehalte von 9—80 $\mu\text{g}/\text{kg}$ gefunden (Mittel ca. 20 $\mu\text{g}/\text{kg}$). In Deutschland ergaben sich Gehalte im Blutplasma von 30—300 $\mu\text{g}/\text{l}$ (Median 60 $\mu\text{g}/\text{l}$) und tägliche Ausscheidungen via Urin von 2—80 μg (Median 20 μg) (8). In der vorliegenden Arbeit wird anhand einer beschränkten Probenzahl versucht, Einblick in die Situation in der Schweiz zu gewinnen.

Experimentelles

Allgemeines

Bei allen Proben handelt es sich, sofern nichts anderes angegeben, um Morgenurin Erwachsener. Für die Probenahme und den Transport wurden speziell gereinigte (gespült mit K_2CO_3 -Lösung, H_2O dest. und Aceton dest.) Bechergläser bzw. Glasflaschen (Sovirel-verschluß mit Tefloneinlage) verwendet. Die Proben wurden in der Regel sofort nach Eintreffen im Labor analysiert. Jede Untersuchungsserie umfaßte auch mindestens zwei Blindwertuntersuchungen (inkl. Probenahmegefäße). Es ergaben sich dabei normalerweise PCP-Gehalte unterhalb 0,5 $\mu\text{g}/\text{l}$. Da ein Teil des im Urin ausgeschiedenen PCPs in Form eines Konjugates vorliegt (9), das in älteren analytischen Untersuchungen wahrscheinlich

nicht erfaßt worden war, wurden die Proben in der Regel nach zwei verschiedenen Methoden analysiert: Direkte Extraktion der angesäuerten Probe mit Benzol (10) sowie nach vorgängiger saurer Hydrolyse (9, 11). Beide Verfahren ergaben Wiederfindungsraten von über 80%.

Zur Schätzung der PCP-Konzentration in der Luft von mit PCP behandelten Räumen wurde ein früher beschriebenes Verfahren verwendet (12). Türen und Fenster waren während den Messungen normalerweise geschlossen. In einem Fall (Familie 19) wurde die PCP-Konzentration mittels Durchsaugen der Luft durch Chromosorb 102 bestimmt. Es wurde dabei analog wie früher beschrieben vorgegangen (13).

Analytik

Extraktion, Methylierung und Reinigung

2 ml Urin wurden zusammen mit 2 Tropfen konz. H_2SO_4 und 6 ml Benzol (dest. über Na) in einem verschließbaren Reagenzglas (Sovirel, Tefloneinlage in Schraubdeckel, 20 ml, ϕ 1,5 cm) ca. 3 min intensiv geschüttelt. Nun wurden 2 ml des Benzolextraktes mit 0,5 ml Diazomethanlösung (hergestellt aus 4,2 g N-Methyl-N-nitroso-p-toluolsulfonamid, Lösung in 100 ml Aethyläther, 2 x destilliert) versetzt und ca. 15 min stehengelassen. Nach dem Abblasen von ca. 1 ml Lösungsmittel wurde der Extrakt auf eine Florisilsäule (Pasteurpipette, Watte, ca. 0,6 g Florisil 2 h aktiviert bei 620 °C) gegeben und mit Aethyläther/Benzol (1:1) eluiert, bis total 3 ml Eluat vorlagen.

Hydrolyse

In einem wie oben beschriebenen Reagenzglas wurden 2 ml Urin und 0,5 ml konz. HCl während 1 h auf 100 °C erhitzt. Nach dem Abkühlen wurden 6 ml Benzol zugegeben und wie oben beschrieben weitergeföhren.

Gaschromatographie

Der Gaschromatograph war mit einem Elektroneneinfangdetektor ausgerüstet (Hewlett-Packard Mod. 5710 A). Es fanden zwei verschiedene Trennsäulen Verwendung: Ca. 0,04% Carbowax 20M auf Chromosorb W (80—100 mesh) hergestellt nach Lit. (14), Temperatur 115 °C; Mischkolonne OV-210/OV-17, je 5% Belegung auf Gaschrom Q (80—100 mesh), gemischt im Verhältnis 2:1,5, Temperatur 165 °C. Zur quantitativen Auswertung der Gaschromatogramme dienten methylierte PCP-Standardlösungen (Peakhöhenvergleich).

Resultate und Diskussion

Die Analysenresultate der untersuchten Urinproben sind in den Tabellen 1—3 zusammengestellt. Bei den in Tabelle 1 aufgeführten Personen handelt es sich, im Gegensatz zu den in Tabelle 2 erwähnten, um solche, deren Wohn- und Schlafräume keine PCP-haltigen Holztaferungen aufweisen («nicht exponierte» Personen) und in der Region Bern leben. Aus der Untersuchungsserie 1979 ergibt sich für diese Gruppe ein mittlerer PCP-Gehalt im Urin von 13,5 $\mu\text{g/l}$ ($n = 12$, $s = 5 \mu\text{g/l}$, Bereich 6—23 $\mu\text{g/l}$). Urin von Personen, in deren Wohn- oder Schlafräumen PCP-Konzentrationen in der Luft von größenordnungsmäßig 1—10 $\mu\text{g/m}^3$ herrschen, weist größere Gehalte auf: 30—150 $\mu\text{g/l}$ (Tabelle 2).

Tabelle 1. PCP-Gehalte im Urin «nicht exponierter» Personen

Familie bzw. Person	Geschlecht	Datum	PCP-Gehalt ($\mu\text{g/l}$)	
			ohne Hydrolyse	nach Hydrolyse
1 ¹	m	15. 2. 1978	3,6	—
1	m	16. 2. 1978	4,8	—
1	m	19. 1. 1979	5,8	18,8
2	w	2. 2. 1978	4,1	—
2	w	19. 1. 1979	6,7	23,0
2	m	19. 1. 1979	2,3	11,1
3	m	14. 1. 1978	11,5	—
3	m	15. 2. 1978	9,7	—
3	m	16. 2. 1978	9,7	—
3	m	17. 2. 1978	8,5	—
3	m	30. 1. 1979	2,1	9,7
3	w	30. 1. 1979	3,7	14,3
4 ¹	m	31. 1. 1978	2,0	—
4	m	22. 1. 1979	3,3	14,3
4	w	22. 1. 1979	2,2	5,8
5	m	30. 1. 1978	8,8	—
5	m	19. 1. 1979	5,1	15,3
5	w	19. 1. 1979	6,1	19,6
6	m	30. 1. 1978	2,0	—
6	m	22. 1. 1979	2,5	9,6
6	w	22. 1. 1979	2,5	9,1
7	w	2. 2. 1978	2,0*	—
7	w	19. 1. 1978	4,8	11,4
8	m	30. 1. 1978	3,5	—
9	m	30. 1. 1978	16,0*	—
10	m	30. 1. 1978	3,7	—
11	m	30. 1. 1978	3,7	—
12	m	30. 1. 1978	9,7	—

¹ Konzentration von PCP in der Luft von Wohn- und Schlafräumen $< 0,03 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

* Befund mit GC-MS (Massenfragmentographie) sichergestellt: Massenpeaks bei 280, 265 und 237.

— = nicht gemessen m = männlich w = weiblich

An 20 PCP-exponierten Arbeitern aus der Holzverarbeitenden Industrie wurden in Deutschland (BRD) renale Tagesausscheidungen zwischen 100 und 800 μg gemessen (8), was Uringehalten von rund 140 bis 1200 $\mu\text{g/l}$ entsprechen würde. Auf Hawaii wurden bei ebenfalls beruflich exponierten Personen zum Teil höhere Werte gefunden: 3—36 000 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ($n = 210$, Mittel 1800 $\mu\text{g}/\text{kg}$) (15) und 90 bis 3300 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ($n = 18$, Mittel 1310 $\mu\text{g}/\text{kg}$) (16).

Wie aus Tabelle 1 (Personen 1 und 3), Tabelle 2 (Personen der Familien 13, 18 und 19) und Tabelle 3 hervorgeht, sind die zu unterschiedlichen Zeitpunkten im Urin gefundenen PCP-Gehalte nicht allzusehr verschieden. Sie differieren normalerweise um einen Faktor 2—4. Dies läßt vermuten, daß die PCP-Aufnahme

Tabelle 2

PCP-Gehalte im Urin von Personen, welche in mit PCP behandelten Räumen leben

Familie	Geschlecht	Datum	PCP-Gehalt ($\mu\text{g/l}$)		c^1 ($\mu\text{g/m}^3$)
			ohne Hydrolyse	nach Hydrolyse	
13	m	30. 1. 1978	7,7*	—	~0,2 W, S (März 1979)
13	m	16. 2. 1978	13,3	—	
13	w	16. 2. 1978	36,3	—	
13	m	1. 3. 1979	3,0	10,8	
13	w	1. 3. 1979	6,7	21,0	
14	m	30. 1. 1978	2,9	—	~0,2 W, S (Febr. 1979)
14	m	27. 2. 1979	3,9	11,4	
14	w	27. 2. 1979	9,1	42,6	
15	w	6. 2. 1978	3,0	—	~0,4 K, W (Febr. 1979)
15	m	28. 2. 1979	2,1	5,5	
15	m (4 J) ²	6. 2. 1978	13,8*	—	
15	m (5 J)	28. 2. 1979	7,9	23,5	
16	m	9. 12. 1978	20,2	32,8	~1 K, S (Nov. 1978)
16	w	9. 12. 1978	24,7	54,0	
16	m (4 J)	9. 12. 1978	24,6	51,8	
16	w (2 J)	9. 12. 1978	24,8	53,7	
17	m	9. 11. 1978	23,0	72,7	~1 K, S (Nov. 1978)
17	w	9. 11. 1978	32,5	74,1	
17	m (8 J)	9. 11. 1978	15,7	39,5	
17	w (6 J)	9. 11. 1978	24,8	57,8*	
18 ³	m	22. 2. 1979	55,5	133,6	~4 S ₁ ⁴ (Juni 1979) ~2 S ₂ ⁴ (Juni 1979)
18	w	22. 2. 1979	68,5	144,5	
18	m	6. 6. 1979	48,4	62,4	
18	w	6. 6. 1979	37,0	55,4	
19	w	31. 1. 1978	45,7*	—	4—10 ⁵ S (Mai—Nov. 1978) 0,1 ⁵ W (Nov. 1978)
19	w	28. 6. 1978	40,4	—	
19	w	30. 6. 1978	34,6	—	
19	w	18. 7. 1978	57,6	—	
19	w	28. 7. 1978	60,0	—	
19	w	15. 8. 1978	52,8	149,0	
19	m	18. 9. 1978	35,1	101,6	
19	w	18. 1. 1979	26,2	89,6	
19	m	18. 1. 1979	32,6	122,1	

¹ c = geschätzte PCP-Konzentration in der Luft, in Klammern Meßdatum; S = Schlafzimmer, W = Wohnzimmer, K = Kinderzimmer.

² Alter in Jahren.

³ Familie dislozierte nach den ersten Messungen im Februar 1979 von S₁ nach S₂.

⁴ Luft der Schlafräume S₁ und S₂ enthielt zusätzlich zu PCP je ca. 2 μg Lindan pro m³.

⁵ Gemessen mittels Durchsaugen von Luft durch Chromosorb 102, Meßwerte bei verschiedenen Lufttemperaturen sind in Abb. 1 graphisch dargestellt.

* Befund mit GC-MS (Massenfragmentographie) sichergestellt: Massenpeaks bei 280, 265 und 237. — = nicht gemessen m = männlich w = weiblich

Tabelle 3. Variation der PCP-Gehalte im Urin während einer Woche¹

Familie bzw. Person	Geschlecht	Probe vom:	PCP-Gehalt ($\mu\text{g/l}$)							c^2 ($\mu\text{g/m}^3$)
			4. 3.	5. 3.	6. 3.	7. 3.	8. 3.	9. 3.	10. 3.	
1	m		4,8	4,4	2,6	3,3	2,4	2,5	3,3	<0,03 (Aug. 1979)
3	m		1,8	5,2	2,5	1,6	1,6	3,5	3,4	—
13	m		2,7	5,1	7,6	4,5	4,8	4,0	5,4	$\sim 0,2$ (März 1979)
13	w		9,1	3,7	10,1	7,5	7,3	6,7	9,4	
20	w		20,9	—	7,6	10,2	8,7	12,2	12,2	$\sim 0,05$ (April 1979)

¹ Jahr der Probenahme 1978, Proben wurden nicht hydrolysiert.

² c = geschätzte PCP-Konzentration in der Luft von Wohn- und Schlafzimmer; in Klammern Meßdatum.

— = keine Probe eingegangen bzw. nicht gemessen m = männlich w = weiblich

relativ regelmäßig erfolgt. Die PCP-Konzentration in der Luft behandelter Räume erhöht sich beispielsweise bei einem Temperaturanstieg der Luft von 19° auf 23°C um ca. einen Faktor 2 (vgl. Abb. 1).

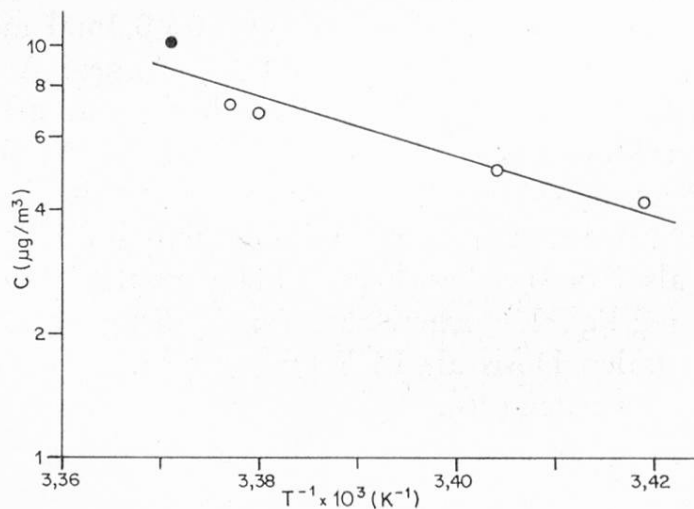


Abb. 1. Einfluß der Lufttemperatur auf die PCP-Konzentration in der Luft
 ● Meßwert vom 31. 5. 1978, ○ Meßwerte vom 16. 11.—22. 11. 1978, Schlafraum Familie 19, Fenster und Türe geschlossen

Zur Erklärung des ubiquitären Vorkommens von PCP im Urin von nicht beruflich exponierten Personen wird vor allem dessen Aufnahme via Nahrung (6, 7) und Atemluft (17) diskutiert. Auch auf die Metabolisierung von im Fettgewebe gespeichertem Hexachlorbenzol zu PCP wurde hingewiesen (18). Im Urin von mit

Pentachlornitrobenzol gefütterten Rhesusaffen erscheint PCP als Metabolit (19). Eigene Untersuchungen verschiedener Lebensmittel auf PCP-Rückstände sind im Gange, so daß ein abschließendes Urteil über den Beitrag aus dieser Quelle noch nicht möglich ist. Vorläufige Resultate zeigen, daß PCP u. a. in Cerealien, Milch, Margarine, Verpackungsmaterialien und Frühstücksgetränken in geringen Mengen nachweisbar ist. Dieser Befund deckt sich mit den Ergebnissen anderer Autoren (6, 7). Die in dieser Arbeit vorliegenden Resultate weisen aber schon jetzt mit ziemlicher Sicherheit darauf hin, daß der Einsatz von PCP im Wohnbereich eine wichtige Belastungsquelle für nicht beruflich exponierte Personen darstellt. Trotz der relativ geringen PCP-Konzentration in der Luft behandelter Räume ergeben sich im Urin der in solchen Räumen lebenden Personen PCP-Gehalte, welche zum Teil an die untere Grenze der Werte von beruflich exponierten Personen heranreichen können.

Von den Personen der Familie 19 ist bekannt, daß sie sich täglich maximal 12 h in den behandelten Räumen aufhalten. Mit einem angenommenen täglichen Atemvolumen von 10 m^3 berechnet sich daher eine maximale tägliche PCP-Aufnahme via Inhalation von rund $50 \mu\text{g}$. Die tägliche PCP-Ausscheidung ist jedoch mindestens um einen Faktor 2 größer. Es ist bekannt, daß in der Luft vorhandene Schadstoffe durch geeignete Materialien, wie z. B. Polyäthylen, Textilien und Holz, sorbiert werden (20—22). Da PCP auch dermal aufgenommen werden kann (23, 24), wäre es möglich, daß Personen, die in einer PCP-haltigen Umgebung leben, auch durch Kontakt mit gewissen Materialien und Gegenständen sowie direkt aus der Luft PCP über die Haut aufnehmen.

Nach der sauren Hydrolyse wird im Mittel $3,0 \pm 0,3$ mal mehr PCP gefunden (95% Vertrauensbereich, $n = 34$, Bereich 1,3—4,8). Andere Autoren fanden Faktoren von 3—17 (7, 11). — In neueren Untersuchungen zeigte sich, daß eine alkalische Hydrolyse nach Lit. (25) (2 ml Urin, 1 ml 2 n NaOH, 70°C , 3 h) im Mittel um 25% (Bereich 0—53%) höhere Werte lieferte als die saure. — Die vorliegenden Messungen zeigen, daß in Urin im Durchschnitt ca. $\frac{1}{3}$ des PCPs als solches und ca. $\frac{2}{3}$ als Konjugat vorliegt. Eine einmalige orale Gabe von PCP an Freiwillige ($0,1 \text{ mg/kg}$ Körpergewicht) ergab demgegenüber, daß innerhalb 169 h ca. 74% der totalen Dosis als PCP und nur ca. 12% als PCP-Glucuronid via Urin ausgeschieden werden (26).

Dank

Herrn Prof. Dr. *E. Matthey*, Chef der Abteilung Lebensmittelkontrolle, danken wir für die stetige Förderung der vorliegenden Arbeit. Herrn Dr. *F. Friedli* verdanken wir die GC-MS-Untersuchungen und Herrn *H. Zimmermann* die Messungen und Schätzungen der PCP-Konzentrationen in der Luft. Herrn Prof. Dr. *Ch. Schlatter*, Institut für Toxikologie, ETH/Universität Zürich, danken wir für anregende Diskussionen.

Zusammenfassung

In Urinproben von nicht beruflich exponierten Personen wurde Pentachlorphenol (PCP) bestimmt: 6—23 $\mu\text{g/l}$ ($n = 12$) bei Personen, von denen keinerlei Kontakt mit

PCP bekannt war; 30—150 $\mu\text{g/l}$ ($n = 12$) bei Personen, die in mit PCP behandelten Räumen leben (PCP-Konzentrationen in der Luft 1—10 $\mu\text{g/m}^3$). Im Mittel liegen $\frac{2}{3}$ des PCPs in konjugierter Form vor. Die Aufnahme und die Herkunft des PCPs werden kurz diskutiert.

Résumé

Le pentachlorophénol (PCP) a été dosé dans des échantillons d'urine prélevés chez des personnes non exposées professionnellement. Il a été trouvé: 6—23 $\mu\text{g/l}$ ($n = 12$) pour des personnes n'ayant pas été en contact connu avec du PCP; 30—150 $\mu\text{g/l}$ ($n = 12$) pour des personnes vivant dans les locaux traités au PCP (concentrations dans l'air 1—10 $\mu\text{g PCP/m}^3$). En moyenne, les $\frac{2}{3}$ du PCP éliminé par l'urine se présentent sous forme conjuguée. L'absorption et la provenance du PCP sont brièvement discutées.

Summary

In urine samples of non-occupationally exposed individuals pentachlorophenol (PCP) has been determined: 6—23 $\mu\text{g/l}$ ($n = 12$) for individuals without any known exposition to PCP; 30—150 $\mu\text{g/l}$ ($n = 12$) for individuals which live in PCP treated rooms (PCP air concentrations 1—10 $\mu\text{g/m}^3$). On the average $\frac{2}{3}$ of the PCP is conjugated. The uptake and origin of PCP are shortly discussed.

Literatur

1. Bevenue, A. and Beckman, H.: Pentachlorophenol: A discussion of its properties and its occurrence as a residue in human and animal tissues. Res. Rev. **19**, 83—134 (1967).
2. Rao, K. R. (ed.): Pentachlorophenol. Chemistry, pharmacology, and environmental toxicology. Environmental Science Research **12**, Plenum Press, New York 1978.
3. Kunde, M. und Böhme, Ch.: Zur Toxikologie des Pentachlorophenols: Eine Uebersicht. Bundesgesundhbl. **21** (19/20), 302—309 (1978).
4. Ahlborg, U. G. and Thunberg, T.: Chlorinated phenols occurrence, toxicity, metabolism and environmental impact. To be published in Critical Rev. Toxicol.
5. Firestone, D.: Chemistry and analysis of pentachlorophenol and its contaminants. FDA By-Lines No **2** (Sept.) 57—89 (1977).
6. Dougherty, R. C.: Human exposure to pentachlorophenol. In Lit. (2), Seiten 351—361.
7. Dougherty, R. C. and Piotrowska, K.: Screening by negative chemical ionization mass spectrometry for environmental contamination with toxic residues: Application to human urines. Proc. Nat. Acad. Sci. USA **73** (6), 1777—1781 (1976).
8. Gossler, K. und Schaller, H. K.: Eine gaschromatographische Methode zur quantitativen Bestimmung von Pentachlorophenol in Urin und Plasma. Z. anal. Chem. **290**, 111—112 (1978).
9. Ahlborg, U. G., Lindgreen, J.-E. and Mercier, M.: Metabolism of pentachlorophenol. Arch. Toxicol. **32**, 271—281 (1974).
10. Rivers, J. B.: Gaschromatographic determination of pentachlorophenol in human blood and urine. Bull. Environ. Contam. Toxicol. **8**, 294—296 (1972).
11. Edgerton, T. R. and Moseman, R. F.: Determination of pentachlorophenol in urine: The importance of hydrolysis. J. Agr. Food Chem. **27**, 197—199 (1979).

12. *Zimmerli, B. und Zimmermann, H.*: Einfaches Verfahren zur Schätzung von Schadstoffkonzentrationen in der Luft von Innenräumen. *Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg.* **70**, 429—442 (1979).
13. *Zimmerli, B. und Marek, B.*: Der Uebergang biozider Stoffe aus Anstrichen in die Gasphase. Tetrachlorisophthalonitril (Chlorothalonil). *Chemosphere* **6**, 215—221 (1977).
14. *Aue, W. A., Corazon, R., Hastings, C. R. and Kapila, S.*: On the unexpected behavior of a common gas chromatographic phase. *J. Chromatog.* **77**, 299—307 (1973).
15. *Bevenue, A., Wilson, J., Casarett, L. J. and Klemmer, H. W.*: A survey of pentachlorophenol content in human urine. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* **2**, 319—332 (1967).
16. *Begley, J., Reichert, E. L., Rashad, M. N. and Klemmer, H. W.*: Association between renal function tests and pentachlorophenol exposure. *Clin. Toxicol.* **11**, 97—106 (1977).
17. *Casarett, L. J., Bevenue, A., Yaeger, Jr., W. L. and Whalen, S. A.*: Observations on pentachlorophenol in human blood and urine. *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.* **30**, 360—365 (1969).
18. *Koss, G. and Koransky, W.*: Pentachlorophenol in different species of vertebrates after administration of hexachlorobenzene and pentachlorobenzene. In *Lit. (2)*, Seiten 131—137.
19. *Kögel, W., Müller, W. F., Coulstone, F. and Korte, F.*: Biotransformation of pentachloronitrobenzene — ¹⁴C in rhesus monkey after single and chronic oral administration. *Chemosphere* **8**, 97—105 (1979).
20. *Steinwandter, H. und Schlüter, H.*: Beiträge zur Adsorption von Chlorkohlenwasserstoffen an Polyäthylen. II. Adsorption von 11 Chlorkohlenwasserstoff-Pestiziden aus der Gasphase. *Chemosphere* **6**, 27—34 (1977).
21. *Gebefügi, I.*: Verhalten und Vorkommen von Pentachlorophenol in geschlossenen Räumen. Dissertation. Nr. 1293, Technische Universität München 1977.
22. *Zimmerli, B., Zimmermann, H. und Marek, B.*: Der Uebergang biozider Stoffe aus Anstrichen in die Gasphase. Endosulfan. *Chemosphere* **8**, 465—472 (1979).
23. *Bevenue, A., Haley, T. J. and Klemmer, H. W.*: A note on the effects of temporary exposure of an individual to pentachlorophenol. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* **2**, 293—296 (1967).
24. *Barthel, W. F., Curley, A., Thrasher, C. L., Sedlak, V. A. and Armstrong, R.*: Determination of pentachlorophenol in blood, urine, tissue, and clothing. *J. Assoc. Offic. Analyt. Chemists* **52**, 294—298 (1969).
25. *Koss, G., Koransky, W. and Steinbach, K.*: Studies on the toxicology of hexachlorobenzene. II. Identification and determination of metabolites. *Arch. Toxicol.* **35**, 107—114 (1976).
26. *Braun, W. H., Blau, G. E. and Chenoweth, M. B.*: The metabolism/pharmacokinetics of pentachlorophenol in man, and a comparison with the rat and monkey model. *Toxicol. Appl. Pharmacol.* **45**, 278 (1978).

Dr. B. Zimmerli
 Therese Marschall
 Dr. B. Marek
 Bundesamt für Gesundheitswesen
 Abteilung Lebensmittelkontrolle
 Sektion Pestizidrückstände
 und Kontaminationen
 Postfach 2644
 CH-3001 Bern