



## Doctoral Thesis

# Exposure to biocides in the indoor environment

**Author(s):**

Schenk, Guido

**Publication Date:**

1995

**Permanent Link:**

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-001420023> →

**Rights / License:**

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

Diss. ETH No. 10914

**Exposure to biocides in the indoor environment**

A dissertation submitted to the  
SWISS FEDERAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY ZURICH

for the degree of  
DOCTOR OF NATURAL SCIENCES

presented by

*GUIDO SCHENK*

dipl. Lm. Ing. ETH

born July 2, 1965

citizen of Oberbüren SG

accepted on the recommendation of

Prof. Dr. Ch. Schlatter, examiner

Prof. Dr. H. Krueger, co-examiner

H. Rothweiler, co-examiner

Zurich 1995

## Summary

Health complaints believed to be associated with exposure to pesticides in the indoor environment are frequently reported. Biocides in homes can be derived from administration of wood preservatives, waterborne paints, conservation of carpets or pest control campaigns.

In this project, human exposure to pesticides in the indoor environment was investigated. Exposure routes were assumed to be inhaled air, dermal contact to contaminated furniture and ingestion of house dust. Based on measured concentrations, daily pesticide intake was estimated and with today's knowledge a health risk assessed. Biocides in indoor air were collected on sorbents, desorbed with solvents, separated by gas chromatography and detected by mass spectrometry. Polyurethane foams, XAD - 2 and Tenax TA were used as sorbents. House dust was collected with a vacuum cleaner. After Soxhlet - extraction, biocides were separated by gas chromatography and detected by mass spectrometry.

In the first part of this project, 18 rooms treated with wood preservatives were analysed for their biocide content in air and dust. Rooms treated with pentachlorophenol (PCP) based wood preservatives were not investigated, due to the already existing data. PCP was replaced by various pesticides such as diazinon, phenthoate, phoxim, endosulfan, propoxur, tributyltin oxide and dichlofluanid. Nowadays, permethrin is one of the most used pesticides in wood preservatives. Air of such rooms was found to have biocide concentrations in the range of  $\leq 0.002$  and  $0.347 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Based on these data, inhaled pesticides were estimated to range between  $\leq 0.04$  and  $6.94 \mu\text{g}$  depending on the investigated pesticide and measured concentration. Intake of each single pesticide contributed to maximally 4 % of the ADI. In house dust, biocide concentrations between  $0.14 - 181 \mu\text{g}/\text{g}$  were found. Infants and toddlers are estimated to ingest daily  $10 - 200 \text{ mg}$  dust. Consequently, estimated pesticide ingestion through dust amounted to less than  $40 \mu\text{g}$  and contributed to maximally 100 % of the ADI.

In the second part of this project, human exposure after pest control campaigns was investigated. Chlorpyrifos and DDVP in the air samples of the investigated rooms were found to range between  $0.048 - 2.13 \mu\text{g}/\text{m}^3$  and

20 - 589  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , respectively. Within the following days, airborne biocide decrease followed a biphasal kinetic. Based on the measured concentrations, daily inhaled chlorpyrifos was estimated to amount to maximally 42.6  $\mu\text{g}$  and contributed to maximally 7 % of the ADI. On the first day after fumigation, inhaled DDVP was estimated to exceed the NOEL for an inhibition of the plasmacholinesterase (p-ChE). Within one week after fumigation, inhaled DDVP intake was estimated to exceed the ADI. Based on the measured DDVP residues, intensive dermal contact to a contaminated desk is not to be expected to show an inhibition of the p-ChE activity. These estimates were confirmed by measuring p-ChE activity after intensive dermal contact of a volunteer to a contaminated desk.

In the third part of the project, airborne biocide concentrations emitted from dried paint films were estimated. Based on the dilution model and on results from laboratory and field experiments, airborne biocides were expressed in percent of the saturation concentration. The air exchange rate was assumed to be the only biocide reducing process. According to this model, airborne biocide concentrations were estimated to be higher than measured ones. Reasons for these differences were assumed to be the simplification of this approach and possible interaction of the biocides with paint ingredients and furniture. Based on this model, airborne biocides emitted from dried paint films were estimated to amount to maximally 1 to 10 % of the saturation concentration.

In the fourth part, exposure of bats to pesticide containing wood preservatives in roofs was investigated. Air-, dust- and wipe samples were collected and analysed for its biocide content. Daily permethrin intake through inhalation and licking of wood was estimated to amount to less than 1  $\mu\text{g}$ . Due to permethrin residues in the fur of dead bats, intake by grooming their fur and wing membranes was estimated to amount to 13  $\mu\text{g}$ . Consequently, a maximal permethrin burden of 14  $\mu\text{g}$  for 5 g bat was assumed, which corresponds to about 56 % of the NOEL.

## Zusammenfassung

Meldungen über Gesundheitsbeeinträchtigungen, die in Zusammenhang mit Bioziden im Wohnbereich gebracht werden, gelangen seit mehreren Jahren immer wieder an die Öffentlichkeit. Anfragen aus der Bevölkerung zu diesem Problemkreis gehen auch vermehrt am Institut für Toxikologie ein. Im Wohnbereich werden Biozide im Holzschutz, in der Schädlingsbekämpfung und der Konservierung von wasserbasierenden Anstrichen und Heimtextilien (Teppiche) eingesetzt. In der vorliegenden Arbeit wurde die Pestizidexposition im Wohnbereich, die sich aus der inhalatorischen, dermalen und oralen Aufnahme zusammensetzen kann, aufgrund eigener Messdaten abgeschätzt und nach heutigem Wissen auf deren gesundheitliche Bedeutung hin beurteilt. Biozide in der Luft wurden mittels aktiver Anreicherung auf Adsorbentien, anschließender Flüssigdesorption, gaschromatographischer Trennung und massenspektrometrischer Detektion bestimmt. Als Adsorbentien dienten Polyurethanschäume, XAD - 2 und Tenax TA. Hausstaub wurde mit einem Staubsauger gesammelt. Anschliessend an die Soxhletextraktion wurden die Biozide gaschromatographisch getrennt und mittels massenspektrometrischer Detektion bestimmt.

Im ersten Teil der Arbeit wurden 18 mit Holzschutzmittel behandelte Wohnräume auf Biozide in Luft und Staub untersucht. Pentachlorphenolhaltige (PCP) Holzschutzmittel wurden aufgrund der bereits zahlreichen Studien nicht berücksichtigt. Seit Ende der siebziger Jahre wurde PCP durch Pestizide wie Diazinon, Phoxim, Phenthoat, Tributylzinnoxid, Endosulfan, Propoxur, Dichlofluanid und Permethrin ersetzt. Der Biozidgehalt der Luftproben lag zwischen  $\leq 0.002$  und  $0.347 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Die tägliche inhalatorische Belastung wurde abhängig vom eingesetzten Biozid und der gemessenen Konzentration auf  $\leq 0.04 \mu\text{g}$  bis  $6.94 \mu\text{g}$  geschätzt und trug zu weniger als 4 % des ADI bei. Hausstaubproben wiesen Biozidgehalte im Bereich von  $0.14 - 181 \mu\text{g}/\text{g}$  auf. Bei Kleinkindern wird die tägliche Staubaufnahme auf  $10 - 200 \text{ mg}$  geschätzt, womit eine Biozidbelastung von bis zu  $40 \mu\text{g}$  resultieren und den ADI überschreiten kann. Die geschätzte Belastung liegt jedoch deutlich unter den NOEL der einzelnen Pestizide.

Im zweiten Teil der Arbeit wurde die Pestizidbelastung nach Anwendung von Vorratsschädlingsbekämpfungen untersucht. In der Raumluft wurden Gehalte an Chlorpyrifos bzw. Dichlorvos (DDVP) zwischen 0.048 - 2.13  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  bzw. 20 - 589  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  bestimmt. Die tägliche Chlorpyrifosbelastung über die Atmung wurde auf maximal 42.6  $\mu\text{g}$  geschätzt und trug zu weniger als 7 % des ADI bei. Am ersten Tag nach Anwendung von Nebelmittel kann aufgrund der geschätzten inhalatorischen DDVP - Aufnahme eine Hemmung der Plasmacholinesterase nicht ausgeschlossen werden. DDVP - Gehalte kleiner 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  Luft, wie sie ab dem zweiten Tag vorlagen, können zu einer Belastung führen, die den ADI deutlich überschreitet. Auf Einrichtungsgegenständen konnten nach einer Woche nur noch Spuren von DDVP nachgewiesen werden. Intensiver Hautkontakt mit kontaminierten Möbeln lässt keine Hemmung der Plasmacholinesterase erwarten, was mittels Biomonitoring bestätigt werden konnte.

Im dritten Teil der Arbeit wurde die Biozidabgabe aus trockenen Anstrichen an die Raumluft mit Hilfe des Diffusionsmodelles und Daten aus Labor- und Feldexperimenten abgeschätzt. Dabei wurde davon ausgegangen, dass die Biozidkonzentration in der Raumluft einzig durch den baubedingten Luftwechsel reduziert wird. Die geschätzten Raumluftkonzentrationen lagen im Vergleich zu gemessenen Werten tendenziell höher. Gründe könnten die getroffenen Vereinfachungen sowie Interaktionen mit dem Anstrichuntergrund oder Einrichtungsgegenständen sein. Anhand dieses Modelles lässt sich voraussagen, dass Biozide in der Raumluft, die aus trockenen Anstrichen stammen, maximal 1 - 10 % der Sättigungskonzentration des jeweiligen Biozides ausmachen.

In einem weiteren Teil der Arbeit wurde die Pestizidexposition von Fledermäusen in mit Holzschutzmittel behandelten Dachstöcken untersucht. Luft-, Staub- und Wischproben wurden auf ihren Permethringehalt untersucht und daraus die tägliche Permethrinaufnahme abgeschätzt. Die Belastung über die Atmung und das Ablecken von Holz wurde auf weniger als 1  $\mu\text{g}$  geschätzt. Die Permethrinbelastung über die Fellpflege wurde auf bis zu 13  $\mu\text{g}$  geschätzt, womit der NOEL für eine 5 g schwere Fledermaus bis zu 56 % ausgeschöpft werden kann.