

Diss. ETH No. 16252

Consumer exposure to chemical substances with diverse
applications – Contributions from retail products, building
materials, and diffuse sources

A dissertation submitted to the
Swiss Federal Institute of Technology Zürich
for the degree of
Doctor of Natural Sciences

presented by
Matthias Wormuth
Dipl. Geol., Georg-August-Universität Göttingen
born August 30, 1974,
citizen of Germany

accepted on recommendation of
Prof. Dr. K. Hungerbühler, examiner
PD Dr. M. Scheringer, co-examiner
Dr. E. Reinhard, co-examiner

Zürich, 2006

Zusammenfassung

Verbraucher sind täglich direkt und indirekt Chemikalien ausgesetzt, die in zahlreichen Konsumentenprodukten verwendet werden. Auf Szenarien basierend untersucht die vorliegende Arbeit am Beispiel der polyzyklischen Moschusduftstoffe AHTN und HHCB und der Weichmacher Dimethyl-, Diethyl-, Di-iso-butyl-, Di-n-butyl, Butylbenzyl-, Di-2-ethylhexyl-, Diisononyl- und Diisodecylphthalat die tägliche Exposition europäischer Konsumenten.

Die vorliegende Arbeit entwickelt eine auf Szenarien basierte Methode zur Bewertung der Konsumentenexposition gegenüber häufig verwendeten Chemikalien. Die Methode ist flexibel, so dass sie vielfältige Expositionssituationen abbilden kann. Ein grundlegendes Schema zur Bewertung der Konsumentenexposition gegenüber chemischen Inhaltstoffen von Konsumprodukten und Baumaterialien wird erstellt. Dieses Schema berücksichtigt sowohl den direkten Kontakt mit Produkten als auch den indirekten Kontakt über häusliche und umweltseitige Quellen.

Ein Schwerpunkt dieser Arbeit liegt auf der Beschreibung expositionsrelevanter Situationen mit Hilfe geeigneter Szenarien. Einfache und transparente Modelle zur Berechnung der in diesen Situationen auftretenden Expositionen werden ausgewählt. Da wichtige, expositionsrelevante Daten für Europa häufig nicht vorhanden sind, werden die erforderlichen Daten aus einer Vielzahl zumeist europäischer Studien ermittelt.

Die Eigenschaften (Geschlecht, Alter, Gewicht, Oberfläche der Haut von Körperpartien, Inhalationsvolumen) werden für sieben Konsumentengruppen vorgegeben. Das Verhalten europäischer Konsumenten aus diesen Gruppen beim Gebrauch von Körperpflegemitteln, Kinderspielzeugen, Textilien, Farben und Klebstoffen wird analysiert; Bandbreiten für die Häufigkeit und Dauer der Produktanwendung und die Menge der verwendeten Produkte werden definiert. Das Ernährungs- und Freizeitverhalten europäischer Konsumenten wird untersucht. Es werden mittlere Verzehrsmengen und -häufigkeiten für Lebensmittel definiert; ebenso werden mittlere Dauern für verschiedene Freizeitaktivitäten und für den Aufenthalt in verschiedenen Umgebungen ermittelt. Bandbreiten für die tägliche Menge des verzehrten Bodens und Hausstaubs und der Partikelmenge auf der Haut werden bestimmt.

Die Verwendung von polyzyklischen Moschusduftstoffen und Phthalaten in den genannten Produkten wird analysiert; Bandbreiten für die Konzentrationen der Chemikalien in den Produkten werden berechnet. Das Vorkommen der polyzyklischen Moschusduftstoffe und Phthalate in Nahrungsmitteln, im Hausstaub, in der Innenraum- und Aussenluft, in Boden, Oberflächengewässern, Pflanzen und Tieren wird untersucht. Bandbreiten der Konzentrationen der Chemikalien in diesen Medien werden bestimmt.

Die Arbeit bestimmt die Variabilität und Unsicherheit Expositions-relevanter Eingabeparameter. Sie stellt ein analytisches Verfahren vor, das den Einfluss von Variabilität und Unsicherheit einzelner Eingabeparameter auf die Variabilität in den Expositionswerten berechnet.

Auf Basis der ermittelten expositionsrelevanten Daten wird mit Hilfe allgemeiner Szenarien die Bandbreite der Exposition europäischer Konsumenten gegenüber

polyzyklischen Moschusduftstoffen und Phthalaten berechnet. Die wichtigen Quellen, die zur Exposition beitragen, werden ermittelt. Mit Hilfe spezifischer Szenarien wird in der Fallstudie über Moschusduftstoffe die Anzahl exponierter Konsumenten ermittelt und so das für Konsumenten bestehende Risiko einer Exposition anschaulicher illustriert. Die vorliegende Arbeit vergleicht die auf Grundlage von Szenarien berechnete Konsumentenexposition mit aus Messdaten abgeleiteten Expositionshöhen und zeigt, dass diese gut übereinstimmen.

Summary

In their everyday life, consumers are exposed directly and indirectly to chemicals that are used in various consumer products. Based on scenarios, the present thesis investigates exposure of European consumers to the polycyclic musk fragrances AHTN and HHCB and to a group of plasticizers, dimethyl, diethyl, di-iso-butyl, di-n-butyl, butylbenzyl, di-2-ethylhexyl, diisononyl, and diisodecyl phthalate.

The present thesis develops a scenario-based method that facilitates the assessment of consumer exposure to widely used chemicals. The method is flexible and can simulate a variety of typical situations where exposure occurs. A basic framework of the assessment of exposure to chemical ingredients of consumer products and building materials is presented. The framework considers direct contact with products and indirect contact with chemicals via residential and environmental sources.

One main objective of this thesis is to describe exposure-relevant situations with realistic scenarios. Simple and transparent models are used to calculate consumer exposure occurring in these situations. Important exposure-relevant data are lacking for Europe. The present thesis makes an attempt to provide such data and presents extensive datasets on required input data from a variety of mainly European studies. The properties of consumers (gender, age, bodyweight, skin surface area for a number of body parts, volumes of inhalation) are defined for seven consumer groups. The behaviour of European consumers during the use of personal care products, children's toys, textiles, paints, and adhesives is analysed; ranges for the frequency of use of these products and amounts of products used are presented. Food consumption habits and leisure behaviour of European consumers are investigated. Average amounts of edibles consumed daily and frequencies of consumption are defined; time-location activity patterns are determined. Ranges for the amount of ingested dust and soil and the amount of particles adhered to the skin are given.

The present thesis analyses the use of polycyclic musk fragrances and phthalates in consumer products; ranges for the concentrations of these chemicals in products are calculated. The occurrence of polycyclic musk fragrances and phthalates in foods, house dust, indoor and outdoor air, soils, surface waters, plants and wildlife animals is investigated. Ranges are defined for the concentrations of the chemicals in these media.

This thesis determines variability and uncertainty in exposure-relevant input parameter values. It presents an analytical approach that calculates the contribution of variability and uncertainty in input parameters to variance in the exposure estimates.

Generic scenarios are used in the present thesis to calculate exposure of European consumers to polycyclic musk fragrances and phthalates, based on exposure-relevant data given in the present thesis. The sources contributing most to exposure are identified. In the case study on musk fragrances, specific scenarios are used to determine the number of consumers exposed to AHTN and HHCB. Thus, the risk of exposure is illustrated in a clear manner. Exposure estimates in the present thesis are compared with exposure magnitudes derived from measured data: good agreement exists between predicted and measurement-derived exposure magnitudes.