

BUNDESMINISTERIUM FÜR
GESUNDHEIT UND FRAUEN



Polymoschus-Verbindungen in Humanblut II

Humanbiomonitoring von
Moschusduftstoffen

Autoren

M.Uhl

Umweltbundesamt GmbH Österreich

H.P.Hutter

Institut für Umwelthygiene, Public Health
Medizinische Universität Wien

G. Lorbeer

Analytik AII,
Umweltbundesamt GmbH Österreich



Endbericht an das
Bundesministerium für Gesundheit und Frauen
November 2005

Polymoschusverbindungen in Humanblut II

Umweltbundesamt GesmbH

Analytik II:

Ing. Werner Hartl

Leitung: Dr. Gundi Lorbeer

Terrestrische Ökologie

Toxikologie

Projektleitung:

Autorin:

Dr. Maria Uhl

Institut für Umwelthygiene

Zentrum für Public Health

Leiter: Ao.Univ.Prof.Dr.Michael Kundi

Autoren:

Dipl.-Ing. Dr. med. Hans-Peter Hutter

Dr. Hanns Moshhammer

Dr. Peter Wallner

Brigitte Piegler

ao.Univ.-Prof. Dr. Michael Kundi

Polymoschusverbindungen in Humanblut II

Inhaltsverzeichnis

Polymoschusverbindungen in Humanblut II.....	5
Inhaltsverzeichnis	5
1. Einleitung	7
1.1 Durchführung und Design der Studie.....	7
1.2 Datenlage	7
1.3 Begriffsdefinitionen.....	8
2. Synthetische Moschusduftstoffe	9
2.1 Nitromoschusverbindungen	9
Stoffbeschreibung und Eigenschaften	10
2.1.1 Moschus-Xylol.....	10
2.1.2 Moschus-Keton.....	13
2.1.3 Moschus-Tibeten	17
2.1.4 Moschus-Ambrette.....	17
2.1.5 Moschus-Mosken	18
2.2 Polyzyklische Moschusverbindungen	19
Stoffbeschreibung und Eigenschaften	19
2.2.1 HHCB: Galaxolid, Abbalid, Chromanolid, Pearlid	19
2.2.2 AHTN: Tonalid, Fixolid	22
2.2.3 ADBI: Cestolid, Crysolid	24
2.2.4 AHMI: Phantolid	25
2.2.5 ATII: Traesolid	25
2.2.6 DPMI: Cashmeran.....	26
2.3 Aktuelle Daten zu Moschusverbindungen	27
2.3.1 Konzentrationen in Schwebstoffen und Sedimenten	27
2.3.2 Konzentrationen in Fischproben und marinen Säugern	27
2.3.3 Konzentrationen in Abwasser und Klärschlamm.....	27
2.3.4 Konzentrationen in Innenraum und Hausstaub.....	28
Moschusverbindungen im menschlichen Körper	28
2.3.5 Konzentrationen in Humanblut.....	28
2.3.6 Konzentrationen in Plazenta und Humanmilch.....	28
Diskussion aktueller Literatur zu möglichen gesundheitlichen Effekten	29
2.3.7 Endokrine Wirkungen	29
2.3.8 Beeinflussung der zellulären Abwehrmechanismen.....	29
2.3.9 Induktion Fremdstoff-metabolisierender Enzyme	29
2.3.10 Kanzerogenität	30
2.3.11 Klinische Daten.....	30
2.4 Diskussion	31
2.4.1 Ökotoxikologische Wirkungen	31
2.4.1 Wirkungen auf die menschliche Gesundheit	32
3. Humanbiomonitoring	33
3.1 Studienziel	33
4. Material und Methode	33
4.1 Methodik und Studiendesign	33
4.2 Untersuchungsablauf	34
4.3 Fragebogenaufbau.....	34
4.4 Auswertung	34
5. Ergebnisse.....	35
5.1 Analyse der Moschusverbindungen.....	35
5.2 Untersuchungskollektiv	36

5.3 Beschreibung der Häufigkeiten bezüglich Verwendung von Hautpflegemittel, Kosmetika und Reinigungsmittel	36
5.4 Beschreibung der Ernährungsgewohnheiten	37
5.5 Untersuchung der Zusammenhänge mit der Moschuskonzentration.....	37
5.6 Untersuchung der Zusammenhänge mit der Anzahl die Nachweisgrenze übersteigender Konzentrationen.....	39
5.7 Multivariate Analyse der Einflussgrößen.....	41
6. Interpretation der Ergebnisse	42
6.1 Synthetische Moschusduftstoffe im Blut der Probandinnen.....	42
6.2 Identifizierung etwaiger Quellen und Risikofaktoren	43
6.3 Bewertung einzelner Ergebnisse.....	44
7. Zusammenfassung	45
7.1 Ziel und Studiendesign.....	45
7.2 Ergebnisse	45
7.3 Diskussion.....	46
8. Literatur	47
8.1 Literaturangaben in der vorliegenden Studie	47
8.2 Aktuelle Literatur zu Moschusverbindungen	50
Prüfbericht Nr. 0506/102.....	53

Humanbiomonitoring von Moschusduftstoffen

1. Einleitung

In den letzten Jahren wurden zunehmend bestimmte Inhaltsstoffe von Konsumprodukten und Kosmetika als Umweltschadstoffe erkannt. Manche dieser Verbindungen, wie beispielsweise synthetische Moschusduftstoffe, die in einer Vielzahl von Produkten eingesetzt werden, sind persistent und können in Lebewesen angereichert werden. Zahlreiche Untersuchungen zeigen, dass Moschusduftstoffe bereits ubiquitär in der Umwelt verteilt sind. Sie wurden in Flüssen, Seen, Sedimenten, Böden, Regen, Luft und in Lebewesen gefunden und sie sind auch im menschlichen Körper in Blut, Milch und Fettgewebe nachzuweisen. Die Exposition des Menschen erfolgt primär über den Gebrauch von kosmetischen Mitteln und anderen Konsumprodukten, sekundär über die Umwelt. In einer aktuellen Studie des WWF, in der drei Generationen dreizehn europäischer Familien auf Chemikalien im Blut untersucht wurden, waren Moschusverbindungen unter den am häufigsten detektierten Stoffe.

Das Umweltbundesamt untersuchte in Zusammenarbeit mit dem Institut für Umwelthygiene bereits im Jahr 2002 Moschusverbindungen in Humanblut. Bei 100 jungen Erwachsenen, Studenten und Studentinnen der Universität Wien, wurden Blutproben auf acht verschiedene Moschusverbindungen untersucht. Die maximalen Konzentrationen lagen im Bereich weniger Mikrogramm pro Liter, weibliche Probandinnen hatten durchschnittlich höhere Gehalte an Moschusverbindungen im Blut als männliche Probanden. Die Ergebnisse der Befragung zu Konsumverhalten ergaben, dass die Studentinnen durchschnittlich häufiger Kosmetika verwendeten als ihre männlichen Kollegen. In der vorliegenden Untersuchung sollte die Belastung von Frauen der Generation 50+ untersucht werden, um die Frage zu klären, ob es durch zunehmendes Alter zu einer höheren Belastung mit diesen schwer abbaubaren Substanzen kommt.

1.1 Durchführung und Design der Studie

50 freiwilligen Probandinnen (Ambulanzpatientinnen des Hanusch-Krankenhauses) wurden Blutproben entnommen. Die Auswahl der Probandinnen, die Blutabnahme sowie die Probenextraktion erfolgten unter der Leitung von DI. Dr. Hans-Peter Hutter im Hanusch-Krankenhaus bzw. am Institut für Umwelthygiene. Eine Befragung der Probandinnen diente zur Identifizierung von möglichen Belastungspfaden (Expositionsindikatoren). Die Erfassung und statistische Beschreibung der Hintergrundbelastung des Kollektivs (Frauen der Generation 50+) mit Moschusduftstoffen erfolgte durch DI.Dr. Hans-Peter Hutter, Institut für Umwelthygiene. Die Analytik auf Nitromoschus-Verbindungen und polyzyklische Moschusverbindungen wurde vom Umweltbundesamt (Abteilung Analytik II: Persistente Schadstoffe und Dioxine) durchgeführt. Eine Recherche der aktuellen wissenschaftlichen Literatur wurde von Dr. Maria Uhl, Toxikologin am Umweltbundesamt durchgeführt und diente als Grundlage für eine Bewertung hinsichtlich der Gefahren für die Gesundheit und einer Risikobeurteilung.

1.2 Datenlage

Im Folgenden sind die in der vorliegenden Studie untersuchten Verbindungen beschrieben, sowie die aktuellsten Ergebnisse wissenschaftlicher Risikobewertungen zusammengestellt (EU-Kommission, SCCNFP: Scientific Committee on Cosmetic Products and Non Food Products) HERA: Human and Environmental Risk Assessment on Ingredients of Household Cleaning Products, OSPAR Commission: basierend auf der OSPAR- Konvention zum Schutz der marinen Umwelt des Nord-Ost Atlantik.

1.3 Begriffsdefinitionen

ADI: acceptable daily intake: diejenige maximale Aufnahmemenge die ein/e Konsumenten bei lebenslanger Anwendung täglich aufnehmen könnte ohne mit einer gesundheitlichen Schädigung rechnen zu müssen. Zur Ableitung werden NOAEL-Werte aus dem Tierversuch mit einem Unsicherheitsfaktor von 0,01 oder kleiner multipliziert.

DI: daily intake: tägliche Aufnahmemenge einer Substanz

Bioakkumulation: Anreicherung von Substanzen aus der Umwelt in Organismen über die Nahrungskette

Biokonzentration: Anreicherung von Substanzen aus der Umwelt in Organismen über den Belastungspfad Wasser

BCF: Biokonzentrationsfaktor

In vitro: Tests an Bakterien, Hefen oder Zellkulturen

In vivo: im Tierexperiment

MOS: margin of safety: Sicherheitsspielraum, meist: $MOS = NOAEL / SED$

NOAEL: no observable effect level: Dosis (meist in mg/kg Körpergewicht (KG)/Tag bei der kein Effekt detektiert werden kann.

NOEC: No observed effect concentration: Konzentration eines Stoffes (in Luft, Wasser, Medium), die zu keiner nachweisbaren Wirkung führt

PBT: persistent, bioakkumulierend, toxisch

PEC: predicted environmental concentration: Konzentration eines Stoffes in der Umwelt (gemessen oder durch Modellberechnungen ermittelt)

PNEC: predicted no effect concentration: Konzentration eines Stoffes in der Umwelt bei der mit keinen Schadwirkungen zu rechnen ist

PNEC/PNEC-Verhältnis:

Grundlage einer Risikobewertung, Vergleich der Konzentrationen in der Umwelt mit der Konzentration, bei der mit keinen Schadwirkungen zu rechnen ist. Ist das Verhältnis ≥ 1 ist Handlungsbedarf gegeben.

Risikobewertung: Die Methode der Risikobewertung wird im Technical Guidance Document (TGD, 2003) der EU beschrieben Dieses enthält Richtlinien zur Durchführung einer Risikobewertung.

Ökotoxikologische Risikobewertung: Das potentielle Risiko einer Substanz wird als Verhältnis von der tatsächlich in der Umwelt nachweisbaren Konzentration zu der Konzentration, bei der keine ökotoxikologischen Effekte auftreten, beschrieben.

Humantoxikologische Risikobewertung: Zur Bewertung einer Gesundheitsgefährdung des Menschen durch Chemikalien sind Expositions- und Wirkungskriterien in Verbindung zu bringen. Die Exposition kann über die Umwelt (Luft, Wasser, Nahrungsmittel) erfolgen oder über die Verwendung mit Konsumprodukten. Zur Risikobewertung werden NOAEL-Werte und verfügbare Expositionsdaten (SED) zueinander in Beziehung gesetzt. Die Größe des MOS zeigt den Sicherheitsabstand an, der zwischen tatsächlicher Exposition und der Dosis, die keine Effekte verursacht liegt.

SED: systemic exposition dose: innere/systemische Expositions-dosis, tägliche tatsächlich aufgenommene (resorbierte) Konzentration eines Stoffes

TGD: Technical Guidance Document der EU, enthält Richtlinien zur Durchführung einer Risikoabschätzung

2. Synthetische Moschusduftstoffe

Synthetische Moschusduftstoffe werden als kostengünstiger Ersatz für den natürlichen Moschus, der aus der Drüse der Moschushirsche gewonnen wird, eingesetzt. Die wirtschaftliche Bedeutung der Moschusverbindungen basiert einerseits auf ihren Duftigenschaften, andererseits auf der durch ihren Einsatz bedingten Qualitätsverbesserung, da der Duft länger und leichter an Haut und Textilien haftet. In Europa wurden im Jahr 2000 rund 100 Tonnen Nitromoschusverbindungen und rund 1800 Tonnen polyzyklische Moschusverbindungen verbraucht (RIVM; IFRA, 2002). Häufig werden die Substanzen aus Asien importiert, wie im Fall von Moschus-Xylol aus China (EU-Kommission, 2005). Zunehmend werden makrozyklische Moschusverbindungen eingesetzt, ihr Verbrauch ist jedoch zurzeit unbekannt (RIFM, IFRA, 2002). Künstliche Duftstoffe werden in einer Vielzahl an Produkten eingesetzt. Somogyi et al. stellten den Verbrauch an Duftölen Produktkategorien gegenüber (Ospar, 2004). Demnach werden 25 % der Duftöle in Detergenzien, 14 % in Weichspülern, 13 % in Kosmetika, 10 % in Haarpflegeprodukten, 10 % in Bad und Duschgelen, 9 % in Seifen, 5 % in Parfüms und 6 % in anderen Anwendungen eingesetzt. 77 % der Duftstoffe werden in Anwendungen eingesetzt, die schließlich ins Abwasser gelangen.

Eine Übersicht über Konzentrationen dieser Verbindungen in der Umwelt, in Blut und Humanmilch sowie toxikologische Wirkkonzentrationen bietet der Bericht Humanbiomonitoring von Moschusduftstoffen (Umweltbundesamt, im Auftrag des BMGF, 2003).

2.1 Nitromoschusverbindungen

Diese Verbindungen gehören zu den Nitroaromaten. Die bekanntesten und am häufigsten verwendeten Verbindungen sind Moschus-Xylol, Moschus-Keton, Moschus-Tibeten, Moschus-Ambrette und Moschus-Mosken. Moschus-Ambrette, Moschus-Mosken, und Moschus-Tibeten dürfen gemäß EU-Verordnungen (95/34/EEC, 98/62/EC) wegen des Verdachtes auf Kanzerogenität und sowie des Verdachts auf phototoxische Wirkungen nicht mehr in kosmetischen Mitteln eingesetzt werden. Daher wurde in der kommenden Darstellung der toxischen Wirkungen und der Risiken das Hauptaugenmerk auf die Verbindungen Moschus-Xylol und Moschus-Keton gelegt.

2.1.1 Moschus-Xylol

(Quelle: European Commission, 2005; European Chemicals Bureau, ESIS)

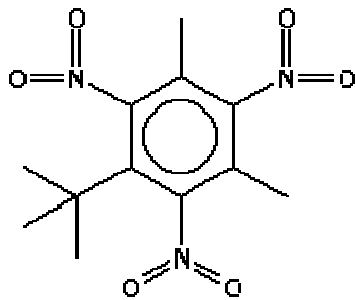
CAS-Nr: 81-15-2

EG-Nr: 201-329-4

Chemische Bezeichnung: 5-tert-Butyl-2,4,6-Trinitro-m-Xylol

Summenformel: $C_{12}H_{15}N_3O_6$

Strukturformel:



Molekulargewicht: 297,27

Schmelzpunkt: 137°C

Dampfdruck: 0,0097 Pa bei 40°

Verteilungskoeffizient: Oktanol/Wasser: log Pow: 4,9

Klassifizierung, Einstufung:

Carc. Cat. 3; R40 - E; R2 - N; R50-53

Kennzeichnung: E; Xn; N; R: 2-40-50/53; S: (2-)36/37-46-60-61

Bioakkumulation:

BCF in Fischen: 4400l/kg

BCF in Regenwürmern: 4,6 kg/kg

2.1.1.1 Ökotoxikologie:

Ergebnisse der EU- Risikoabschätzung (EU, 2005):

Aquatischer Lebensraum

Basierend auf dem NOEC einer chronischen Toxizitätsstudie für den Wasserfloh, *Daphnia magna* (56 µg/l) und einem Sicherheitsfaktor von 50 wurde ein $PNEC_{\text{Wasser}}$ von 1,1 µg/l ermittelt. Für Sedimentorganismen wurde, aufgrund ungenügender Datenlage ein $PNEC$ von 0,3 mg/kg TM berechnet.

Terrestrischer Lebensraum

Berechnungen ergaben einen $PNEC_{\text{Boden}}$ von 0,26 mg/kg. Während eines 14-Tage Toxizitätstests wurde keine Zunahme der Mortalität bis zu einer Konzentration von 50 mg/kg beobachtet.

Atmosphäre

Es sind keine Daten verfügbar.

Maximalkonzentration in der Nahrungskette

Da keine toxikologischen Daten für Räuberorganismen (an der Spitze der Nahrungskette) existieren, wurde der orale NOAEL von 75 mg/kg KG/Tag für peri/postnatale Toxizität in Ratten zur Berechnung herangezogen. Der $PNEC_{\text{oral}}$ beträgt 1 mg/kg Nahrung.

Risikocharakterisierung:

Gängige Umweltkonzentrationen (PEC-Werte) befinden sich unterhalb der PNEC- Werte. Die berechneten PEC/PNEC Verhältnisse für Fisch fressende Räuber sind jedoch generell größer als 1 (bis 5), Ergebnisse von Monitoringuntersuchungen zeigen allerdings, dass die gemessenen Konzentrationen geringer sind.

Generell gilt die Schlussfolgerung: Es besteht derzeit keine Notwendigkeit weitere Daten zu generieren sowie zusätzlich zu den bereits eingeführten Maßnahmen weitere zur Risikoreduktion zu ergreifen.

PBT-Abschätzung

Die Untersuchungen auf Abbaubarkeit zeigten, dass die Substanz praktisch nicht abbaubar ist und somit das Kriterium „Persistenz“ erfüllt. Das Kriterium „Bioakkumulation“ ist ebenfalls zutreffend, da ein BCF größer als 2000 ermittelt wurde. Aufgrund humantoxischer Eigenschaften ist das Toxizitäts-kriterium erfüllt. Die Substanz gilt als Kandidat für PBT-Stoffe (persistent, bioakkumulierend und toxisch) und es wurde Forschungsbedarf festgestellt.

Vorgeschlagen wurden weitere Untersuchungen zur Toxizität und Bioakkumulation sowie ein Simulationstest zur biologischen Abbaubarkeit (Halbwertszeit in mariner Umwelt)

2.1.1.2 Menschliche Gesundheit

Berufliche Belastung

Die EU- Risikoabschätzung bezüglich des Risikos durch Exposition mit Moschus-Xylol durch berufliche Belastung (z.B. bei Produktion, Formulierung oder professioneller Reinigung) kommt zu der Schlussfolgerung, dass derzeit keine Notwendigkeit besteht weitere Daten zu generieren sowie Maßnahmen zusätzlich zu bereits eingeführten Maßnahmen zur Risikoreduktion zu ergreifen.

Exposition durch Konsumprodukte

Die primäre Exposition der Konsumenten erfolgt durch Verwendung kosmetischer Mittel über die Haut. Gemäß dem SCCNFP beträgt die durchschnittliche tägliche Aufnahmemenge über die Haut 210 µg/kg KG/Tag. Die Annahme einer Resorption von 10 % führt zu einer inneren Exposition von 21 µg/kg KG/Tag. Aufgrund geringer Anwendungskonzentrationen sind bezüglich haut- und augenreizender Eigenschaften keine Bedenken gegeben.

Die EU-Risikobewertung betreffend die Aufnahme von Moschus-Xylol durch Kosmetika über die Haut beim Menschen basiert auf einer 90-Tage Toxizitätsstudie bei Ratten bei dermalen Anwendung. Aufgrund des NOAEL von 24 mg/kg KG/Tag wurde (bei Annahme von 20 % Absorption) in der Ratte eine innere Exposition von 4,8 mg/kg KG/Tag ohne Auftreten von Effekten berechnet. Bei Gegenüberstellung dieser Dosis mit der maximalen Aufnahmemenge von 21 µg/kg KG/Tag ergibt sich damit ein MOS von 229. Dies bedeutet, dass für Konsumenten kein Risiko durch die Aufnahme von Moschus-Xylol über kosmetische Produkte besteht.

Kanzerogenität

Moschus-Xylol ist kanzerogen in Mäusen. Die Mechanismen der Kanzerogenität von Moschus-Xylol sind zurzeit nicht geklärt, jedoch wird angenommen, dass zumindest für die Tumorentstehung in der Leber die Induktion mikrosomaler Enzyme beteiligt ist. Aufgrund negativer Mutations- und Gentoxizitätstests wird ein nicht genotoxischer Mechanismus und somit das Vorhandenseins eines Schwellenwerts für Krebsentstehung angenommen.

Da keine Kanzerogenitätsstudie über dermale Anwendung vorliegt, wurde der orale LOAEL von 70 mg/kg KG/Tag bei Ratten für die Risikobewertung herangezogen. Bei Annahme einer 50 %igen oralen Absorption wurde eine innere Dosis von 35 mg/kg KG/Tag berechnet. Bei Vergleich dieses Wertes mit der berechneten maximalen täglichen Aufnahmemenge des Menschen von 21 µg/kg KG/Tag beträgt der MOS 1667. Die EU-Risikobewertung zieht aufgrund der speziellen Sensitivität der eingesetzten B6C3F1-

Mäuse (hinsichtlich Tumorentstehung in der Leber) und der Verwendung eines LOAEL daher die Schlussfolgerung, dass derzeit keine Notwendigkeit besteht weitere Daten zu generieren sowie Maßnahmen zur Risikoreduktion zusätzlich zu bereits bestehenden zu ergreifen.

Fertilität und Reproduktionstoxizität

Für die EU- Risikoabschätzung hinsichtlich Reproduktionstoxizität (bei dermalen Aufnahme von Moschus-Xylol über Konsumprodukte) wurde der NOAEL einer 90 Tage Entwicklungstoxizitäts- Studie bei Ratten von 60 mg/kg KG/Tag (oral) sowie der NOAEL einer Studie in der Ratten peri- und postnatal exponiert wurden von 7,5 mg/kg KG/Tag (orale Aufnahme) herangezogen. Bei Annahme einer 50 %igen Resorption wurden interne NOECs von 30 und 3,75 mg/kg KG/Tag berechnet. Bei Vergleich dieser Werte mit der berechneten maximalen täglichen Aufnahmemenge ergeben sich MOS-Werte von 1429, beziehungsweise 179. Die Schlussfolgerung der EU lautet daher, dass derzeit kein Risiko hinsichtlich Entwicklungsstörungen für die Nachkommen der Konsumenten besteht.

1999 wurde vom SCCNFP vorgeschlagen, die Exposition von Konsumenten aufgrund der Eigenschaft der Substanz sich im Fettgewebe und in der Milch anzureichern auf die Hälfte zu reduzieren.

Indirekte Exposition über die Umwelt

Lokale Emissionen können bei der Verarbeitung, Produktformulierung und durch privaten Verbrauch entstehen. Die Exposition über die Luft ist im Fall von Moschus-Xylol vernachlässigbar gegenüber der Aufnahme über Wurzelgemüse- und Fisch. Durch privaten Verbrauch können lokal die höchsten täglichen Aufnahmemengen (0,0136 mg/kg KG/Tag) entstehen. Auf regionaler Ebene wurden tägliche Aufnahmemengen von 3,55 µg/kg KG/Tag berechnet. Bei Annahme einer oralen Absorption von 50 % ergeben sich dadurch innere Belastungen von 6,8 bzw. 1,78 µg/kg KG/Tag. Die Exposition gegenüber Moschus-Xylol (worst case Abschätzung) eines Säuglings über die Muttermilch beträgt zwischen 0,42 und 5,12 µg/kg KG/Tag.

Vergleich der maximalen täglichen Aufnahmemenge mit der Exposition

Aufgrund des Fehlens einer Studie mit wiederholter oraler Verabreichung wurde zur Berechnung der NOAEL von 24 mg/kg KG/Tag einer Studie mit dermalen Applikation herangezogen, bei Annahme einer dermalen Absorption von 20 % bei der Ratte wird eine innere Maximaldosis, die zu keinerlei Effekten führt, von 4,8 mg/kg KG/Tag bestimmt. Bei Vergleich dieser Dosis mit der maximalen täglichen Aufnahmemengen der Menschen ergibt sich ein MOS für lokale und regionale Belastung von größer als 700. Dies bedeutet, es besteht zurzeit kein Risiko bezüglich der indirekten Belastung durch Moschus-Xylol über die Umwelt.

Kanzerogenität

Bei Vergleich der LOAEL-Werte der Kanzerogenitätsstudie mit den berechneten täglichen Aufnahmemengen ergeben sich MOSs für lokale und regionale Belastungen von größer als 1000.

Fertilität und Reproduktionstoxizität

Bei Vergleich der NOAELs der Fertilitäts- und Reproduktionstoxizitätsstudie mit den berechneten täglichen Aufnahmemengen ergeben sich MOS-Werte von größer als 500. Die Schlussfolgerung der EU lautet daher, dass derzeit kein Risiko hinsichtlich Entwicklungsstörungen aufgrund der indirekten Exposition mit Moschus-Xylol über die Umwelt für die Nachkommen der Konsumenten besteht.

Exposition über die Muttermilch

Die berechnete maximale Aufnahmemenge eines Säuglings über die Muttermilch beträgt 5,12 µg/kg KG/Tag. Bei Vergleich dieser Aufnahmemenge mit dem NOAEL-Wert der Studie über zur peri- und postnatalen Toxizität von Moschus-Xylol von 7,5 mg/kg KG/Tag ergibt sich ein MOS von 1465. Die Schlussfolgerung der EU- Risikobewertung lautet daher, dass derzeit kein Risiko für Säuglinge gegenüber Moschus-Xylol in der Muttermilch besteht.

Gesamtexposition

Auch bei Summierung der Aufnahmemengen (Arbeitsplatz, Kosmetika, Umwelt) gilt die Schlussfolgerung, dass derzeit keine Notwendigkeit besteht, weitere Daten zu generieren sowie zusätzlich zu den bereits eingeführten Maßnahmen noch weitere zur Risikoreduktion zu ergreifen.

2.1.2 Moschus-Keton

(Quelle: European Commission, 2003; European Chemicals Bureau, ESIS)

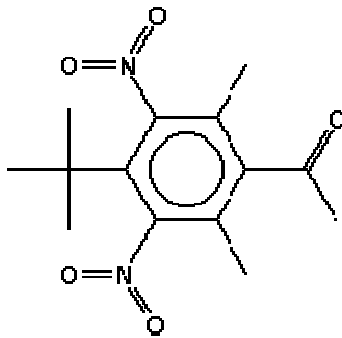
CAS-Nr: 201-328-9

EG-Nr: 81-14-1

Chemische Bezeichnung: 4'-tert-Butyl-2',6'-dimethyl-3',5'-dinitroacetophenon

Summenformel: C₁₄H₁₈N₂O₅

Strukturformel:



Molekulargewicht: 294,3

Schmelzpunkt: 135-137°C

Dampfdruck: 0,00003 Pa bei 20°

Wasserlöslichkeit: 0,15 mg/l

Verteilungskoeffizient: Oktanol/Wasser: log Pow: 4,3

Klassifizierung, Einstufung:

Carc. Cat. 3; R40-50/53

Kennzeichnung: Xn; N; R: 2-40-50/53; S: (2-)36/37-46-60-61

Bioakkumulation:

BCF in Fischen: 1300 l/kg

BCF in Regenwürmern: 3,6 kg/kg

2.1.2.1 Ökotoxikologie:

Ergebnisse der EU- Risikoabschätzung (EU, 2003):

Aquatischer Lebensraum

Basierend auf den NOECs dreier chronischer Toxizitätsstudien für Algen (88 µg/l), Krebstiere (170 µg/l) und Fische (63 µg/l) sowie der Anwendung eines Sicherheitsfaktors von 10 wurde ein PNEC_{Wasser} von 6,3 µg/l ermittelt. Für Sedimentorganismen wurde, aufgrund ungenügender Datenlage ein PNEC von 0,5 mg/kg TM berechnet.

Terrestrischer Lebensraum

Toxizitätstests an Regenwurm und Springschwanz ergaben einen $PNEC_{\text{Boden}}$ von 0,22 mg/kg,

Atmosphäre

Es sind keine Daten verfügbar.

Maximalkonzentration in der Nahrungskette

Da keine toxikologischen Daten für Räuberorganismen (an der Spitze der Nahrungskette, z.B.; fisch fressende Vögel) existieren, wurde der orale NOAEL von 2,5 mg/kg KG/Tag für postnatale Toxizität bei Ratten zur Berechnung herangezogen. Der $PNEC_{\text{oral}}$ beträgt 0,3 mg/kg Nahrung.

Risikocharakterisierung:

Gängige Umweltkonzentrationen (PEC-Werte) befinden sich unterhalb der PNEC- Werte daher gilt die Schlussfolgerung: Es besteht daher derzeit keine Notwendigkeit weitere Daten zu generieren sowie zusätzlich zu den bereits eingeführten Maßnahmen noch weitere zur Risikoreduktion zu ergreifen.

Metaboliten von Moschus Keton:

Es konnte gezeigt werden, dass Moschus-Keton Metaboliten über eine stärkere Östrogen-Bindungskapazität (in vitro- Bindung an Östrogen-Rezeptor) verfügen als MK. Die ökologische Relevanz dieses Befundes ist jedoch unklar und die Effekte der Studie traten bei höheren Konzentrationen, als jenen die derzeit in der Umwelt gemessenen werden, auf. Darüber hinaus ist der Eintrag von Moschus-Keton in die Umwelt rückläufig, daher wurde derzeit kein Forschungsbedarf festgestellt und keine zusätzlichen Risikominimierungsmaßnahmen gefordert.

PBT-Abschätzung

Die Untersuchungen auf Abbaubarkeit zeigten, dass die Substanz praktisch nicht abbaubar ist und somit das Kriterium „Persistenz“ erfüllt. Das Kriterium „Bioakkumulation“ ist nicht zutreffend, da ein BCF kleiner als 2000 ermittelt wurde. Moschus-Keton ist hinsichtlich des Toxizitäts-Kriteriums aufgrund ökotoxikologischer Kriterien als Grenzfall zu werten (NOECs sollten geringer als 10 µg/l sein). Bezüglich humantoxischer Eigenschaften bestehen Bedenken, da das CMR-Expertengremiums (zur Kanzerogenität, Mutagenität, Reproduktionstoxizität) zusätzliche Daten zur Kanzerogenität angefordert hat. Die Substanz gilt jedoch nicht als Kandidat für einen PBT- Stoff, da das Kriterium der Bioakkumulation nicht erfüllt ist.

2.1.2.2 Menschliche Gesundheit:

Berufliche Belastung

Die EU- Risikoabschätzung für berufliche Belastung (z.B. bei Produktion, Formulierung oder professioneller Reinigung) kommt zu der Schlussfolgerung, dass derzeit keine Notwendigkeit besteht weitere Daten zu generieren sowie zusätzlich zu bereits eingeführten Maßnahmen noch weitere zur Risikoreduktion zu ergreifen. Es sollte jedoch darauf hingewiesen werden, dass Daten über Sensibilisierung des Atemtrakts oder über Asthmagenese in Arbeitern fehlen.

Exposition durch Konsumprodukte

Die primäre Exposition der Konsumenten erfolgt durch Verwendung von Konsumprodukten (Kosmetika, Wasch- und Reinigungsmittel) über die Haut. Gemäß dem SCCNFP beträgt die maximale tägliche dermale Aufnahmemenge über kosmetische Produkte 200 µg/kg KG/Tag. Die Aufnahme über Reinigungsmittel und Luftverbesserer ist vernachlässigbar. Die Annahme einer Resorption von 14 % führt zu einer inneren Dosis von 28 µg/kg KG/Tag. Bezüglich haut- und augenreizender Eigenschaften besteht kein Risiko durch die Verwendung von Moschus-Keton in Kosmetika.

Versuche an Meerschweinchen zeigten, dass Moschus-Keton schwach sensibilisierend wirkt. Untersuchungen an Versuchspersonen zeigten jedoch, dass unter einer Konzentration von 5 % keine Sensibilisierung erfolgt. Die EU-Risikoabschätzung von Moschus-Keton durch die Aufnahme von Kosmetika über die menschliche Haut basiert auf einer 90-Tage Toxizitätsstudie bei Ratten bei dermalen Anwendung. Aufgrund des NOAEL von 24 mg/kg KG/Tag wurde bei 40 %iger Aufnahme durch die Ratte eine innere Exposition von 9,6 mg/kg KG/Tag berechnet und der maximalen Aufnahmemenge durch Kosmetika beim Menschen (28 µg/kg KG/Tag) gegenübergestellt und damit ein MOS von 343 berechnet. Dies bedeutet, dass für Konsumenten kein Risiko durch die Aufnahme von Moschus-Keton über Konsumprodukte besteht.

Kanzerogenität

Untersuchungen zeigen, dass Moschus-Keton kein genotoxisches und mutagenes Potenzial aufweist. Da Daten zur Kanzerogenität von Moschus-Keton fehlen, die verwandte Verbindung Moschus-Xylol jedoch kanzerogen in Mäusen ist, werden die Daten über Moschus-Xylol für die Risikobewertung herangezogen. Dies wird durch die Tatsachen erklärt, dass Moschus-Keton ähnliche physiko-chemische und toxikokinetische Eigenschaften wie Moschus-Xylol aufweist und beide Verbindungen zwar nicht genotoxisch aber Induktoren von Leberenzymen sind. Darüber hinaus ist Moschus-Keton in Mäusen und Ratten weniger toxisch als Moschus-Xylol. Somit wird die Schlussfolgerung der Risikoabschätzung der EU bezüglich des Risikos der Krebsauslösung durch den Einsatz von Moschus-Xylol in Konsumprodukten übernommen. Die EU-Risikoabschätzung für Moschus-Xylol kommt zu der Schlussfolgerung, dass derzeit keine Notwendigkeit besteht, weitere Daten zu generieren sowie Maßnahmen zur Risikoreduktion, zusätzlich zu bereits bestehenden, zu ergreifen.

Fertilität und Reproduktionstoxizität

Eine 90 Tage-Entwicklungstoxizitätsstudie bei Ratten ergab keinen Hinweis auf Fertilitätstoxizität. Eine orale Entwicklungstoxizitätsstudie bei Ratten führte zu einem NOAEL von 45 mg/kg KG/Tag (oral, maternale Toxizität bei 15 mg/kg KG/Tag) und eine orale peri/postnatal Studie (14. Tag der Schwangerschaft bis Ende der Säugetierperiode) führte zu einem NOAEL von 2,5 mg/kg KG/Tag. Bei Annahme einer 50 %igen Resorption wurden interne NOECs von 1,25 und 22,5 mg/kg KG/Tag berechnet. Bei Vergleich dieser Werte mit der berechneten maximalen täglichen Aufnahmemenge ergeben sich MOS-Werte von 45 beziehungsweise 804. Die Schlussfolgerung der EU lautet daher, dass kein Grund zur Besorgnis bezüglich Fertilität und Entwicklungsstörungen der Nachkommen aufgrund der Aufnahme von Moschus-Keton über Kosmetika besteht.

1999 wurde vom SCCNFP vorgeschlagen, die Exposition von Konsumenten aufgrund der Eigenschaft der Substanz sich im Fettgewebe und in der Milch anzureichern auf die Hälfte zu reduzieren (SCCNFP, 1999), dies würde die maximalen täglichen Aufnahmemengen auf 100 µg/kg KG/Tag reduzieren und die innere Belastung auf 14 µg/kg KG/Tag. In der Stellungnahme des SCCNFP von 2004 wurden, nach Diskussion neuer Daten bezüglich Kanzerogenität und endokriner Wirksamkeit im Wesentlichen die Standpunkte von 1999 bestätigt und ebenfalls kein Risiko für die Verwendung von Moschus-Keton in Kosmetika postuliert.

Indirekte Exposition über die Umwelt

Lokale Emissionen können bei der Verarbeitung, Produktformulierung und durch privaten Verbrauch entstehen. Die Exposition über die Luft ist im Fall von Moschus-Keton vernachlässigbar gegenüber der Aufnahme über Wurzelgemüse und Fisch. Durch privaten Verbrauch können lokal die höchsten täglichen Aufnahmemengen (3,31 µg/kg KG/Tag) entstehen. Auf regionaler Ebene wurden tägliche Aufnahmemengen von 0,455 µg/kg KG/Tag berechnet. Bei Annahme einer oralen Absorption von 50 % ergeben sich dadurch innere Belastungen von 1,66 bzw. 0,228 µg/kg KG/Tag. Die Exposition gegenüber Moschus-Keton (worst case Abschätzung) eines Säuglings über die Muttermilch beträgt maximal 1 µg/kg KG/Tag.

Maximale tägliche Aufnahmemengen

Aufgrund des Fehlens einer Studie mit wiederholter oraler Verabreichung wurde zur Berechnung der NOAEL von 24 mg/kg KG/Tag einer 90- Tage Studie mit dermalen Applikation in Ratten herangezogen. Bei Annahme einer dermalen Absorption von 40 % bei der Ratte ergibt dies eine innere Maximaldosis von 9,6 mg/kg KG/Tag, die zu keinerlei Effekten führt. Bei Vergleich dieses Wertes mit der berechneten maximalen täglichen Aufnahmemenge des Menschen ergibt sich ein MOS für lokale und regionale Belastung von >1000. Dies bedeutet, es besteht derzeit kein Risiko für die indirekte Aufnahme von Moschus-Keton über die Umwelt.

Kanzerogenität

Untersuchungen zeigen, dass Moschus-Keton kein genotoxisches und mutagenes Potenzial hat. Da keine Daten zur Kanzerogenität von Moschus-Keton vorliegen, die verwandte Verbindung Moschus-Xylol jedoch für Mäuse kanzerogen ist, wird die Schlussfolgerung der Risikobewertung für Moschus-Xylol (kein Risiko der Krebsentstehung durch indirekte Exposition gegenüber Moschus-Xylol aus der Umwelt) für Moschus-Keton übernommen.

Fertilität und Reproduktionstoxizität

Eine 90 Tage Entwicklungstoxizitäts- Studie bei Ratten ergab keinen Hinweis auf Fertilitätstoxizität. Eine orale Entwicklungstoxizitätsstudie bei Ratten führte zu einem NOAEL von 45 mg/kg KG/Tag (oral, maternale Toxizität bei 15 mg/kg KG/Tag). Eine orale Studie zur Entwicklungstoxizität bei Ratten (14. Tag der Schwangerschaft bis Ende der Sägeperiode) führte zu einem NOAEL von 2,5 mg/kg KG/Tag. Bei Vergleich dieser Werte mit der berechneten durchschnittlichen täglichen Aufnahmemenge ergeben sich MOS-Werte von größer als 700. Die Schlussfolgerung der EU lautet daher, dass keine Grund zur Besorgnis hinsichtlich Fertilität und Entwicklungstoxizität bezüglich der Aufnahme von Moschus-Keton über die Umwelt besteht.

Exposition über die Muttermilch

Die berechnete maximale Aufnahmemenge eines Säuglings über die Muttermilch beträgt 1 µg/kg KG/Tag. Bei Vergleich dieser Aufnahmemenge mit dem NOAEL-Wert der Studie zur peri- und postnatalen Toxizität von Moschus-Keton von 2,5 mg/kg KG/Tag ergibt sich ein MOS von 2500. Die Schlussfolgerung der EU- Risikobewertung lautet daher, dass durch indirekte Exposition kein Risiko über die Umwelt für Säuglinge gegenüber Moschus-Xylol in der Muttermilch besteht.

Gesamtexposition

Auch bei Annahme des worst case, einer Exposition durch Arbeitsplatz, Kosmetika und über die Umwelt gilt die Schlussfolgerung, dass derzeit keine Notwendigkeit besteht, weitere Daten zu generieren sowie zusätzlich zu den bereits eingeführten noch weitere Maßnahmen zur Risikoreduktion zu ergreifen.

2.1.3 Moschus-Tibeten

(Quelle: European Chemicals Bureau, ESIS)

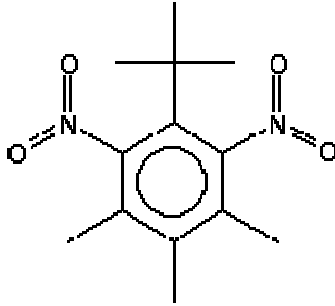
CAS-Nr: 145-39-1

EG-Nr: 205-651-6

Chemische Bezeichnung: 1-tert-Butyl-3,4,5-trimethyl-2,6-dinitrobenzol

Summenformel: $C_{13}H_{18}N_2O_4$

Strukturformel:



Molekulargewicht: 266,3

Wasserlöslichkeit: 0,46 mg/l 0,052

Verteilungskoeffizient: Oktanol/Wasser: log Pow: 5,0

2.1.4 Moschus-Ambrette

(Quelle: European Chemicals Bureau, ESIS)

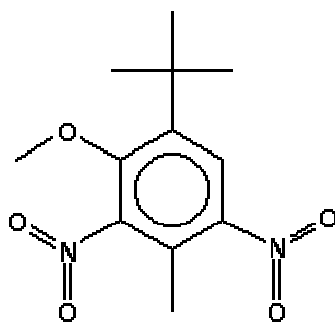
CAS-Nr: 83-66-9

EG-Nr: 201-493-7

Chemische Bezeichnung: 4-tert-Butyl-3-methoxy-2,6-dinitrotoluol

Summenformel: $C_{12}H_{16}N_2O_5$

Strukturformel:



Molekulargewicht: 268,27

Klassifizierung, Einstufung: Carc Cat 3

Kennzeichnung:

Toxizität:

Auslösung von Photodermatitis und chronischer Dermatitis, leicht reizend

Mutagenität und Gentoizität

Mutagen in Salmonella und Drosophila, negativ in Mikronukleustest im Knochenmark von Mäusen

Hinweise für Kanzerogenität im Tier (Carc. Kat 3)

Akute Toxizität: LD50 (oral, Ratte: 339 mg/kg KG), (dermal, Ratte: 2g/kg KG)

Subakute Toxizität: 12 Wochen Studie Ratte: NOAEL: 0,76 mg/kg
Hohe Konzentrationen (1500 -4000ppm): Gewichtsverlust, Schwäche und Versagen –
Verkümmern der Hinterbeine, Veränderungen des Blutbilds
Neurotoxizität und Reproduktionstoxizität (Hodenatrophie) nach oraler und dermalen
Anwendung (bei Ratten)

2.1.5 Moschus-Mosken

(Quelle: European Chemicals Bureau, ESIS)

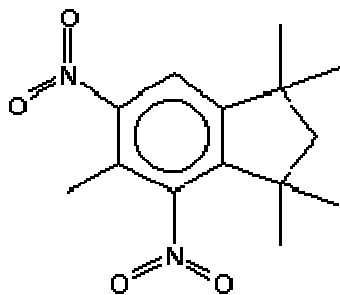
CAS-Nr: 116-66-5

EG-Nr: 204-149-4

Chemische Bezeichnung: 1,1,3,3,5-Pentamethyl-4,6-dinitroindan

Summenformel: $C_{14}H_{18}N_2O_4$

Strukturformel:



Wasserlöslichkeit: 0,046 mg/l

Verteilungskoeffizient: Oktanol/Wasser: log Pow: 5,3

Klassifizierung, Einstufung: F, Xn, R 11-20/21/22-36, WGK1:2

Kennzeichnung: R: 11-20/21/22-36, S: 16-36/37

2.2 Polyzyklische Moschusverbindungen

Diese Verbindungen werden seit Bekannt werden der ungünstigen Eigenschaften (Toxizität, Kanzerogenität und Persistenz) von Nitromoschusverbindungen vermehrt eingesetzt. Polyzyklische Moschusverbindungen weisen substituierte Indan- und Tetralin-Strukturen auf. Die wirtschaftlich bedeutendsten und verbreitetesten Verbindungen sind Galaxolid, Tonalid, Cestolid, Phantolid, Cashmeran und Traseolid.

Stoffbeschreibung und Eigenschaften

2.2.1 HHCB: Galaxolid, Abbalid, Chromanolid, Pearlid

(Quelle: EU : EU- Commission 2005, European Chemicals Bureau, ESIS, HERA)

HPV (high production volume chemical)

HHCB wird von einer Produktionsstätte in einem Produktionsvolumen von 1000 bis zu 5000 Tonnen (2001) erzeugt. Die Parfümindustrie bezieht HHCB von in- und außerhalb der EU.

CAS-Nr: 1222-05-5

EG-Nr: 214-946-9

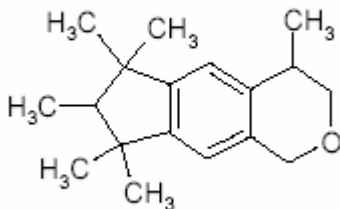
Isomerengemisch mit CAS-Nr: 78448-48-3, 78448-49-4, 114109-63-6, 114109-62-5

Chemische Bezeichnung:

1,3,4,6,7,8-Hexahydro-4,6,6,7,8,8-hexamethylindeno[5,6-c]pyran

Summenformel: C₁₈H₁₆O

Strukturformel:



Molekulargewicht: 258,41

Schmelzpunkt: -10 bis 0°C

Dampfdruck: 0,000727hPa bei 25°

Wasserlöslichkeit: 1,75 mg/l bei 25°

Verteilungskoeffizient: Oktanol/Wasser: log Pow: 5,9 bei 25°C

2.2.1.1 Ökotoxikologie:

(EU- Commission 2005, Balk und Ford, 1999)

Aquatischer Lebensraum

Die NOECs liegen im Konzentrationsbereich 68 µg/l (Fische) bis 200 µg/l (Algen, Daphnien). Die EU-Risikobewertung (2005, Draft –Version) setzte einen vorläufigen PNEC_{Wasser} für aquatische Organismen von 6,8 µg/l, basierend auf einem Test (Wachstum, Entwicklung, 36 Tage) mit Fischen fest. Der vorläufige PNEC_{SED} wurde basierend auf NOECs in Mückenlarven, Krebstieren und Würmern auf PNEC_{SED}: 2,0 mg/kg TM ermittelt. Dieser PNEC_{SED} ist um den Faktor 8 geringer als der durch Berechnung (aufgrund der Gleichgewichtsverteilungs- Theorie) ermittelte PNEC_{SED} von 16,8 mg/kg TM.

Es wurden weitere Tests mit 2 Spezies gefordert (*Acartia tonsa* und *Nitocra spinipes*), da Testergebnisse auf eine besonders hohe Sensitivität dieser Spezies hinwiesen, jedoch Unklarheiten bei der Versuchsdurchführung festzustellen waren.

Terrestrischer Lebensraum

Lang-Zeittests an Springschwänzen und Regenwürmern ergaben einen $PNEC_{\text{Boden}}$ von 0,28 mg/kg TM.

Atmosphäre

Es sind keine Daten verfügbar.

Maximalkonzentration in der Nahrungskette[^]

Da keine toxikologischen Daten für Räuberorganismen (an der Spitze der Nahrungskette) existieren, wurde der NOAEL einer Reproduktionstoxizitätsstudie (oral, Ratte, 21 Tage) herangezogen. Der $PNEC_{\text{oral}}$ beträgt demnach 3,3 mg/kg Nahrung.

Risikocharakterisierung:

Die Risikobewertung für aquatische Organismen und Sedimentorganismen kommt zu der Schlussfolgerung, dass weitere Untersuchungen zur Toxizität in sensiblen Spezies (*Acartia tonsa*, *Nicropa spinipes*) durchzuführen sind.

Der Vergleich gängiger Umweltkonzentrationen (PEC-Werte) mit den vorläufigen PNEC-Werten zeigt, dass die PEC-Werte sich unterhalb der PNEC-Werte befinden.

Für terrestrische Organismen und Räuberorganismen gilt die Schlussfolgerung, dass derzeit keine Notwendigkeit besteht, weitere Daten zu generieren sowie Maßnahmen zur Risikoreduktion, zusätzlich zu bereits bestehenden, zu ergreifen.

PBT-Abschätzung

Galaxolid erfüllt weder die Kriterien für Persistenz (OECD –Test auf Abbaubarkeit) und Bioakkumulation ($BCF > 2000$). Basierend auf den vorliegenden Toxizitätsdaten für den aquatischen Bereich ist auch das Kriterium der Toxizität (NOEC: $< 0,01 \text{ mg/l}$) nicht erfüllt. Dennoch sollte auf die Sensitivität bestimmter Spezies hingewiesen werden.

2.2.2 Menschliche Gesundheit

Berufliche Belastung

Die EU- Risikoabschätzung für berufliche Belastung (z.B. bei Produktion, Formulierung oder professioneller Reinigung) kommt zu der Schlussfolgerung, dass derzeit keine Notwendigkeit besteht weitere Daten zu generieren sowie zusätzlich zu bereits eingeführten Maßnahmen noch weitere zur Risikoreduktion zu ergreifen. Es sollte jedoch darauf hingewiesen werden, dass Daten zur akuten inhalativen Toxizität fehlen.

Exposition durch Konsumprodukte

Die primäre Exposition der Konsumenten erfolgt durch Verwendung von Konsumprodukten (Kosmetika, Wasch- und Reinigungsmittel) über die Haut. Die durchschnittliche tägliche dermale Aufnahmemenge über kosmetische Produkte beträgt $850 \mu\text{g/kg KG/Tag}$. Die Aufnahme über Reinigungsmittel und Luftverbesserer ist vernachlässigbar. Die Annahme einer Resorption von 5,2 % führt zu einer inneren Dosis von $44 \mu\text{g/kg KG/Tag}$. Bezüglich photoirritativer, haut- und augenreizender Eigenschaften besteht kein Risiko durch die Verwendung von Galaxolid in Kosmetika. Die EU-Risikoabschätzung von Galaxolid betreffend die Aufnahme von Kosmetika über die menschliche Haut basiert auf einer 90-Tage Toxizitätsstudie bei Ratten bei oraler Anwendung. Aufgrund des NOAEL von 150 mg/kg KG/Tag wurde bei 50 %iger Aufnahme durch die Ratte eine maximale innere Exposition, die zu keinen Effekten führt, von 75 mg/kg KG/Tag berechnet und der maximalen inneren Expositionsdosis durch Kosmetika beim Menschen ($44 \mu\text{g/kg KG/Tag}$) gegenübergestellt und damit ein MOS von ≥ 1700 berechnet. Dies bedeutet, dass für Konsumenten kein Risiko durch die Aufnahme von Galaxolid über Konsumprodukte besteht.

Kanzerogenität

Untersuchungen zeigen, dass Galaxolid kein gentoxisches und mutagenes Potenzial aufweist. Da Daten zur Kanzerogenität fehlen, aufgrund der Studien mit wiederholter Verabreichung keine Hinweise auf krebsauslösende Eigenschaften bestehen kommt die EU- Risikoabschätzung für Galaxolid zu der Schlussfolgerung, dass derzeit keine Notwendigkeit besteht, weitere Daten zu generieren sowie Maßnahmen zur Risikoreduktion, zusätzlich zu bereits bestehenden, zu ergreifen.

Fertilität und Reproduktionstoxizität

Eine 90 Tage-Entwicklungstoxizitätsstudie bei Ratten ergab keinen Hinweis auf Fertilitätstoxizität. Studien mit dermalen Applikationsart zur Entwicklungstoxizität fehlen. Eine orale Entwicklungstoxizitätsstudie bei Ratten führte zu einem NOAEL von 150 mg/kg KG/Tag (oral, maternale Toxizität bei 50 mg/kg KG/Tag). Bei Vergleich dieser Werte mit der berechneten maximalen inneren Expositionsdosis beim Menschen von 44 µg/kg KG/Tag ergab sich ein MOS-Wert von 568.

Die Schlussfolgerung der EU lautet daher, dass kein Grund zur Besorgnis bezüglich Fertilität und Entwicklungsstörungen der Nachkommen aufgrund der Aufnahme von Galaxolid über Konsumprodukte besteht.

Indirekte Exposition über die Umwelt

Lokale Emissionen können bei der Verarbeitung, Produktformulierung und durch privaten Verbrauch entstehen. Die Exposition über die Luft ist im Fall von Galaxolid vernachlässigbar gegenüber der Aufnahme über Wurzelgemüse und Fisch.

Exposition des Säuglings über die Muttermilch

Laut EU- Risikobewertung ist die Exposition des Säuglings über die Muttermilch als indirekte Exposition über die Umwelt zu werten, unabhängig vom Aufnahmeweg der Mutter.

Die Exposition gestillter Säuglinge gegenüber Galaxolid in der Muttermilch beträgt im Mittel 2,9 µg/kg Milch respektive 48 µg/kg Milch maximal (Mittelwert von Milchproben von 107 Müttern: 80µg/kg Milchfett (±149); Max: 1316 -µg/kg Milchfett). Bei Vergleich dieser Dosis mit dem NOAEL einer oralen peri/postnatalen Studie in weiblichen Ratten (Exposition ab 14. Tag der Schwangerschaft bis Ende der Säugeperiode) von 20 mg/kg KG/Tag ergibt sich auch für die Exposition mit maximalen Konzentrationen in der Muttermilch beim Menschen ein MOS von etwa 100.

Die Schlussfolgerung der EU- Risikobewertung lautet, dass für Säuglinge kein Risiko durch indirekte Exposition über die Umwelt gegenüber Galaxolid in der Muttermilch besteht.

Exposition durch Kosmetika

(SCCNFP, 2002)

Basierend auf einer Aufstellung von COLIPA über die durchschnittliche Verwendung von Kosmetika im Zeitraum einer Woche wurde eine maximale tägliche Aufnahmemenge von HHCB über Kosmetika von 51,176 mg berechnet. Aus Versuchen zur Aufnahme von HHCB über die Haut wurde eine maximale Absorption von 0,1 % berechnet. Dies führt zu einem Wert von 0,0512 mg als maximale absorbierte Menge pro Tag. Bei Annahme eines Durchschnittsgewichts eines Menschen von 60kg ergibt sich eine SED von 0,85 µg/kg KG/Tag.

Der MOS wird basierend auf der NOAEL von 50 mg/kg KG/Tag berechnet und beträgt 58823.

Laut Stellungnahme des SCCNFP bedeutet dies, dass für Konsumenten kein Risiko durch die Aufnahme von HHCB über Kosmetika besteht.

2.2.2 AHTN: Tonalid, Fixolid

(Quelle: EU- Commission 2005, European Chemicals Bureau, IUKLID, ESIS, Balk und Ford, 1999)

HPV (high production volume chemical)

CAS-Nr: 1506-02-1

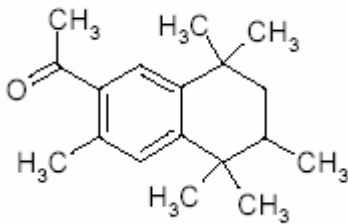
EG-Nr: 216-133-4

Chemische Bezeichnung:

1-(5,6,7,8-Tetrahydro-3,5,5,6,8,8-hexamethyl-2-naphthyl)ethan-1-on

Summenformel: $C_{18}H_{26}O$

Strukturformel:



Molekulargewicht: 244,4

Schmelzpunkt: 54°C

Wasserlöslichkeit: 0,01g/l

Verteilungskoeffizient: Oktanol/Wasser: log Pow: 4,6 (bei 25°C)

2.2.2.1 Ökotoxikologie:

(Balk und Ford, 1999, vorläufige Ergebnisse der EU- Risikoabschätzung (2005))

Aquatischer Lebensraum

Die NOECs liegen im Konzentrationsbereich 35 µg/l (Fische), 196 µg/l (Daphnien) bis 280 µg/l (Algen,). Der $PNEC_{\text{Wasser}}$ für aquatische Organismen beträgt daher 3,5 µg/l. Allerdings wurden weitere Tests mit 1 Spezies gefordert (*Acartia tonsa*) da Testergebnisse auf eine besonders hohe Sensitivität dieser Spezies hinwiesen, jedoch Unklarheiten bei der Versuchsdurchführung festzustellen waren. Der vorläufige $PNEC_{\text{SED}}$ wurde basierend auf NOECs in Mückenlarven, Krebstieren und Würmern ermittelt. $PNEC_{\text{SED}}$: 1,72 mg/kg. Es wurden jedoch weitere Tests mit *Nitocra spinipes*, einer besonders sensiblen Spezies gefordert. Dieser $PNEC_{\text{SED}}$ ist um den Faktor 6 geringer als der durch Berechnung (aufgrund der Gleichgewichtsverteilungs- Theorie) ermittelte $PNEC_{\text{SED}}$ von 10,4 mg/kg TM.

Terrestrischer Lebensraum

Lang-Zeittests an Springschwänzen und Regenwürmern ergaben einen $PNEC_{\text{Boden}}$ von 0,28 mg/kg TM.

Atmosphäre

Es sind keine Daten verfügbar.

Maximalkonzentration in der Nahrungskette

Da keine toxikologischen Daten für Räuberorganismen (an der Spitze der Nahrungskette) existieren, wurde der NOAEL einer Reproduktionstoxizitätsstudie von 5 mg /kg KG/Tag (oral, Ratte, 21 Tage) herangezogen. Der $PNEC_{\text{oral}}$ beträgt demnach 1,1 mg/kg Nahrung.

Risikocharakterisierung:

Die Risikobewertung für aquatische Organismen und Sedimentorganismen kommt zu der Schlussfolgerung, dass weitere Untersuchungen zur Toxizität in sensiblen Spezies (*Acartia tonsa*, *Nicropa spinipes*) durchzuführen sind.

Gängige Umweltkonzentrationen (PEC-Werte) befinden sich unterhalb der PNEC- Werte und die Daten deuten darauf hin, dass derzeit kein Risiko für die Umwelt besteht.

2.2.2.2 Menschliche Gesundheit

Berufliche Belastung

Die EU- Risikoabschätzung für berufliche Belastung (z.B. bei Produktion, Formulierung oder professioneller Reinigung) kommt zu der Schlussfolgerung, dass derzeit keine Notwendigkeit besteht weitere Daten zu generieren sowie zusätzlich zu bereits eingeführten Maßnahmen noch weitere zur Risikoreduktion zu ergreifen. Es sollte jedoch darauf hingewiesen werden, dass Daten zur akuten inhalativen Toxizität fehlen.

Exposition durch Konsumprodukte

Die primäre Exposition der Konsumenten erfolgt durch Verwendung von Konsumprodukten (Kosmetika, Wasch- und Reinigungsmittel) über die Haut. Die durchschnittliche tägliche dermale Aufnahmemenge über kosmetische Produkte beträgt 340 µg/kg KG/Tag. Die Aufnahme über Reinigungsmittel und Luftverbesserer ist vernachlässigbar. Die Annahme einer Resorption von 4,1 % führt zu einer inneren Dosis von 14 µg/kg KG/Tag. Bezüglich photoirritativer, sensibilisierender, haut- und augenreizender Eigenschaften besteht kein Risiko durch die Verwendung von Tonalid in Kosmetika.

Die EU-Risikoabschätzung von Tonalid betreffend die Aufnahme von Kosmetika über die menschliche Haut basiert auf einer 90-Tage Toxizitätsstudie bei Ratten bei oraler Anwendung. Aufgrund des NOAEL von 5 mg/kg KG/Tag wurde bei 50 %iger Aufnahme durch die Ratte eine innere Exposition von 2,5 mg/kg KG/Tag berechnet und der maximalen inneren Expositionsdosis durch Kosmetika beim Menschen (14 µg/kg KG/Tag) gegenübergestellt und damit ein MOS von 178 berechnet. Dies bedeutet, dass für Konsumenten kein Risiko durch die wiederholte Aufnahme von Tonalid über Konsumprodukte besteht.

Kanzerogenität

Untersuchungen zeigen, dass Tonalid kein gentoxisches und mutagenes Potenzial aufweist. Da Daten zur Kanzerogenität fehlen, aufgrund der Studien mit wiederholter Verabreichung keine Hinweise auf krebserregende oder tumorpromovierende Eigenschaften bestehen kommt die EU- Risikoabschätzung für Tonalid zu der Schlussfolgerung, dass derzeit keine Notwendigkeit besteht, weitere Daten zu generieren sowie Maßnahmen zur Risikoreduktion, zusätzlich zu bereits bestehenden, zu ergreifen.

Fertilität und Reproduktionstoxizität

Eine 90 Tage-Entwicklungstoxizitätsstudie bei Ratten ergab keinen Hinweis auf Fertilitätstoxizität. Studien mit dermalen Applikationsart zur Entwicklungstoxizität fehlen. Eine orale Entwicklungstoxizitätsstudie bei Ratten führte zu einem NOAEL von 50 mg/kg KG/Tag (oral, maternale Toxizität bei 15 mg/kg KG/Tag). Bei Vergleich dieser Werte (entsprechend einer inneren Konzentration die zu keinen Effekten führt von 7,5 mg/kg KG/Tag) mit der berechneten maximalen inneren Expositionsdosis beim Menschen von 14 µg/kg KG/Tag ergab sich ein MOS-Wert von 535.

Die Schlussfolgerung der EU lautet daher, dass kein Grund zur Besorgnis bezüglich Fertilität und Entwicklungsstörungen der Nachkommen aufgrund der Aufnahme von Tonalid über Konsumprodukte besteht.

Indirekte Exposition über die Umwelt

Lokale Emissionen können bei der Verarbeitung, Produktformulierung und durch privaten Verbrauch entstehen. Die Exposition über die Luft ist im Fall von Tonalid vernachlässigbar gegenüber der Aufnahme über Wurzelgemüse und Fisch.

Exposition des Säuglings über die Muttermilch

Laut EU- Risikobewertung ist die Exposition des Säuglings über die Muttermilch als indirekte Exposition über die Umwelt zu werten, unabhängig vom Aufnahmeweg der Mutter.

Die Exposition gestillter Säuglinge gegenüber Tonalid in der Muttermilch beträgt im Mittel 0,59 µg/kg Milch respektive 9,8 µg/kg Milch maximal (Mittelwert von Milchproben von 107 Müttern: 16 µg/kg Milchfett (±35); Max: 267 µg/kg Milchfett). Bei Vergleich dieser Dosis mit dem NOAEL einer oralen peri/postnatalen Studie in weiblichen Ratten (Exposition ab 14. Tag der Schwangerschaft bis Ende der Säugeperiode) von 20 mg/kg KG/Tag ergibt sich auch für die Exposition mit maximalen Konzentrationen in der Muttermilch beim Menschen ein MOS von etwa 200.

Die Schlussfolgerung der EU- Risikobewertung lautet, dass für Säuglinge kein Risiko durch indirekte Exposition über die Umwelt gegenüber Tonalid in der Muttermilch besteht.

Exposition durch Konsumprodukte

(SCCNFP, 2002)

Basierend auf einer Aufstellung der durchschnittlichen wöchentlichen Verwendung von Kosmetika wurde eine maximale tägliche Aufnahmemenge von AHTN über Kosmetika von 20,460 mg berechnet. Aus Versuchen zur Aufnahme von AHTN über die Haut wurde eine maximale Absorption von 2 % berechnet. Dies führt zu einem Wert von 0,409 mg als maximale absorbierte Menge pro Tag. Bei Annahme eines menschlichen Durchschnittsgewichts von 60kg ergibt sich eine SED von 6,82 µg/kg.

Der MOS wird basierend auf der NOAEL von 5 mg/kg berechnet und beträgt 733.

Laut Stellungnahme des SCCNFP bedeutet dies, dass für Konsumenten kein Risiko durch die Aufnahme von AHTN über Kosmetika besteht.

2.2.3 ADBI: Cestolid, Crysolid

(Quelle: European Chemicals Bureau, IUKLID, ESIS)

CAS-Nr: 13171-00-1

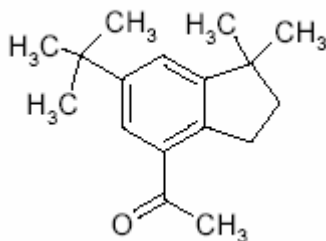
EG-Nr: 236-114-4

Chemische Bezeichnung:

6-tert-Butyl-1,1-dimethylindan-4-ylmethylketon

Summenformel: C₁₇H₂₄O

Strukturformel:



Molekulargewicht: 244,4

Verteilungskoeffizient: Oktanol/Wasser: log Kow: 5,9

2.2.4 AHMI: Phantolid

(Quelle: European Chemicals Bureau, IUCLID, ESIS)

CAS-Nr: 15323-35-0

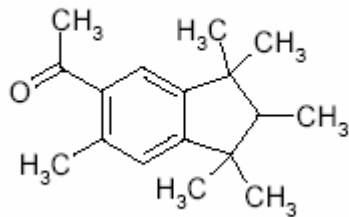
EG-Nr: 239-360-0

Chemische Bezeichnung:

1,1,2,3,3,6-Hexamethylindan-5-ylmethylketon

Summenformel: $C_{17}H_{24}O$

Strukturformel:



2.2.5 ATII: Traesolid

(Quelle: European Chemicals Bureau, IUCLID, ESIS)

CAS-Nr: 68140-48-7

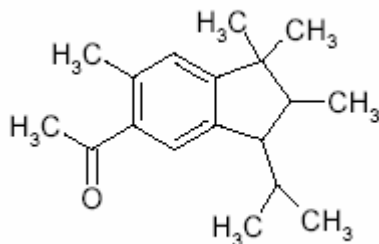
EG-Nr: 268-799-0

Chemische Bezeichnung:

1-[2,3-Dihydro-1,1,2,6-tetramethyl-3-(1-methylethyl)-1H-inden-5-yl]ethan-1-on

Summenformel: $C_{18}H_{26}O$

Strukturformel:



Molekulargewicht: 258,4

Schmelzpunkt: 25°C

Verteilungskoeffizient: Oktanol/Wasser: log Kow 6,3

2.2.6 DPMI: Cashmeran

(Quelle: European Chemicals Bureau, IUCLID, ESIS)

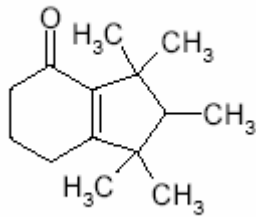
CAS-Nr: 33704-61-9

EG-Nr: 251-649-3

Chemische Bezeichnung: 1,2,3,5,6,7-Hexahydro-1,1,2,3,3-pentamethyl-4H-inden-4-on

Summenformel: $C_{14}H_{22}O$

Strukturformel:



2.3 Aktuelle Daten zu Moschusverbindungen

2.3.1 Konzentrationen in Schwebstoffen und Sedimenten

Im Rahmen des Joint Danube Survey (JDS) 2001 führten das Umweltbundesamt Wien und das Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft der technischen Universität Wien (IWAG) ein eigenständiges Probenahmeprogramm entlang des österreichischen Abschnitts der Donau durch (Umweltbundesamt, 2004). Sedimente aus der Donau und der Schwechat sowie zwei Schwebstoffproben aus dem oberen Donauabschnitt wurden vom Umweltbundesamt unter anderem auf Moschusverbindungen untersucht. In Schwebstoffen der Donau konnte Moschus-Xylol und Moschus-Ambrette im Konzentrationsbereich von 1,4 bis 1,8 µg/kg TM bzw. 1,1-1,7 µg/kg TM detektiert werden, Moschus-Keton war maximal bis 0,9 µg/kg TM in den Schwebstoffproben der Donau nachweisbar. In höheren Konzentrationen wurden Galaxolid (3,7-11 µg/kg TM) und Tonalid (8,4-12 µg/kg TM) bestimmt. Traseolid konnte bis zu 1,6 µg/kg TM bestimmt werden. Nicht nachweisbar waren die Verbindungen Moschus-Tibeten, Moschus-Mosken, Celestolid und Cashmeran. Die Sedimente der Donau und Schwechat wiesen Gehalte an Moschus- Xylol und Moschus-Ambrette bis zu Konzentrationen von 0,8 µg/kg TM bzw. 0,7 µg/kg TM auf. Die Donausedimente enthielten maximal 4,5 µg/kg TM Galaxolid, 6,8 µg/kg TM Tonalid und 0,7 µg/kg TM Celestolid. Die Belastungen der Sedimente der Schwechat mit den polyzyklischen Moschusverbindungen Galaxolid und Tonalid waren deutlich höher (bis zu 52 µg/kg TM bzw. 25 µg/kg TM). Traseolid war bis zu 6,2 µg/kg in den Sedimenten der Schwechat zu finden.

2.3.2 Konzentrationen in Fischproben und marinen Säugern

Fromme et al. (2001) untersuchten Fischproben unterschiedlicher Spezies und aus Gewässern mit unterschiedlicher Belastung an Moschusverbindungen. Aale aus stark verschmutztem Gewässer waren mit bis zu 1513 µg/kg (bzw 6471 µg/kg Fett) mit HHCB belastet, während Aale aus gering belastetem Gewässer vergleichsweise geringe Gehalte 52 µg/kg (bzw. 445 µg/kg Fett) aufwiesen. Es konnte gezeigt werden, dass Fische aus stärker belasteten Gewässern bis zu 12- fache Gehalte gegenüber Fischen aus gering belasteten Gewässern aufweisen können.

Weiters war zu beobachten, dass die Eigenschaft Moschusverbindungen anzureichern speziesvariabel ist. Diese Kenntnis ist übereinstimmend mit den Ergebnissen von Gatermann et al, (2002). Eine aktuelle japanische Studie beschäftigte sich mit dem Vorkommen von synthetischen Moschusduftstoffen in marinen Säugern und in Haien aus japanischen Küstengewässern.

HHCB konnte im Fett aller untersuchten indischer Schweinswale (*Neophocaena phocaenoides*) nachgewiesen werden (Konzentration: 13 – 149 ng/g w.w.), sowie in Leberproben von Hammerhaien (Konzentrationen 16-48 ng/g w.w.). Es wurde darauf hingewiesen, dass HHCB die Fähigkeit besitzt sich in fettreichen Geweben und Organen anzureichern, und damit eine ähnliches Akkumulationsprofil wie die Organochlorverbindungen DDT und PCBs aufweist (Nakata, 2005).

2.3.3 Konzentrationen in Abwasser und Klärschlamm

Im Jahr 2000 wurden im Zu- und Ablauf der Hauptkläranlage Wien Nitromoschusverbindungen bestimmt. Moschus-Keton und Moschus-Xylol konnten als einzige Verbindungen im Zu- und Ablauf der Kläranlage quantifiziert werden. Während Moschus-Keton in der betreffenden Kläranlage nicht abgebaut wurde (Median im Zu- und Ablauf etwa 0,053 bzw. 0,052 µg/l, konnte Moschus-Xylol nur im Zulauf im Konzentrationsbereich von 0,031 µg/l detektiert und im Ablaufwasser nicht oder nur mehr in Konzentrationen < BG nachgewiesen werden.

Im Screening des Abwassers konnte Galaxolid im Jahr 2000 nicht nachgewiesen werden (BG 0,1 µg/l). Im Klärschlamm wurde es in Konzentrationen zwischen 1 und 2 mg/kg TS gemessen.

Eine aktuelle Studie zu Elimination von bestimmten Arzneimitteln und Konsumprodukten in der Kläranlage zeigte, dass Galaxolid und Tonalid nur teilweise durch die Kläranlage entfernt werden (Kreuzinger et al., 2003).

Die Studie Schadstoffe in klärschlammgedüngten Ackerböden Baden Württembergs geht der Frage nach, inwieweit Böden, die mit Klärschlämmen gedüngt werden organische Schadstoffe anreichern. Dabei wurde gezeigt, dass es zu einer signifikanten Anreicherung von polyzyklischen Moschusverbindungen gegenüber Vergleichsstandorten kommt. Auch nach mehreren Jahren konnten erhöhte Moschusverbindungen nachgewiesen werden (Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, 2003).

2.3.4 Konzentrationen in Innenraum und Hausstaub

Fromme et al. (2003) untersuchten polyzyklische Moschusverbindungen in der Innenraumluft von 59 Wohnungen und 74 Kindergärten in Berlin. Hausstäube von 30 Wohnungen wurden ebenfalls auf die Duftstoffe untersucht. In Kindergärten wurde HHCB in den höchsten Konzentrationen gefunden (Median: 101 ng/m³, Maximum: 299 ng/m³), die Konzentrationen von AHTN waren etwas geringer: (Median: 44 ng/m³, Maximum: 107 ng/m³). AHMI, ATTI und Moschus-Keton konnten ebenfalls in einigen Raumluftproben nachgewiesen werden. Im Hausstaub war HHCB in 63 %, AHTN in 83 % der Proben in Konzentrationen von 0,7 respektive 0,9 mg/kg (Maximum 11,4 und 3,1 mg/kg) zu finden.

Moschusverbindungen im menschlichen Körper

2.3.5 Konzentrationen in Humanblut

Eines der wesentlichen Ergebnisse der Untersuchung im Jahr 2002 (Umweltbundesamt im Auftrag des BMGF, 2003) war der hochsignifikante Zusammenhang zwischen Geschlechtszugehörigkeit und den Konzentrationen der Moschusverbindungen im Blut. Während bei männlichen Studenten maximal 5 ng/l Moschus-Keton und 50 ng/l Moschus-Xylol im Blut nachweisbar waren, waren es bei den weiblichen Kolleginnen 67 ng/l, respektive 60 ng/l. Während das Blut der Männer im Mittel mit 243,84 µg/l Galaxolid belastet war, lag dieser Wert bei Frauen bei 497,85 ng/l. Weiters zeigte sich ein tendenzieller Zusammenhang zwischen der Verwendung bestimmter Körpercremen und der Summe der Moschusverbindungen im Blut. Kein Zusammenhang fand sich bezüglich der Belastung mit Moschusverbindungen und dem Verzehr von Fisch oder Fleisch.

2.3.6 Konzentrationen in Plazenta und Humanmilch

Die Untersuchungen von Peters (2005) von Nabelschnurblut und mütterlichem Blut auf eine Reihe von Umweltchemikalien zeigten, dass Galaxolid in 38 von 42 Blutproben der Mütter und 26 von 27 Nabelschnurblutproben nachgewiesen werden konnten. Die Gehalte des mütterlichen Bluts waren vergleichbar mit den Konzentrationen im Nabelschnurblut, maximal detektierte Werte waren 3,2 ng/g HHCB, 0,49 ng/g AHTN, 0,81 ng/g Moschus-Keton, 0,72 ng/g Moschus-Ambrette, 0,23 ng/g Moschus-Tibeten und 0,09 ng/g Moschus-Xylol.

Bereits im Jahr 1993 wurden Moschus-Xylol und Moschus-Keton in Muttermilchproben nachgewiesen, 1995 wurden auch polyzyklische Moschusverbindungen detektiert.

Anhand der Daten der Frauenmilch- und Dioxin-Humandatenbank wurden durchschnittliche tägliche Aufnahmemengen für einen vier Monate alten voll gestillten Säugling berechnet: Dies waren 0,08 µg/kg Moschus-Xylol, 0,04 µg/kg Moschus-Keton, 0,17 µg/kg Galaxolide und 0,16 µg/kg Tonalide (Vieth und Pzyrembel, 2002).

Zeitreihen-Untersuchungen zeigen eine Abnahme von Nitromoschusverbindungen in Humanmilch, und ein Ansteigen der Gehalte von polyzyklischen Moschusverbindungen, dies entspricht dem Trend der Industrie vermehrt polyzyklische Moschusverbindungen einzusetzen. Eine aktuelle dänische Studie (Duedahl-Olesen et al., 2005) beschreibt die Belastungen von Muttermilch. HHCb wurde in den höchsten Konzentrationen nachgewiesen (Maximum: 422 µg/kg Fett, Median 147 µg/kg), die Maxima der anderen Verbindungen lagen im Bereich 2,58 µg/kg (ATTI) und 46,4 (Moschus-Xylol). Die Medianwerte lagen für AHTN bei 17,5, für ADBI bei 5,98, für Moschus-Keton bei 14,9 und für Moschus-Xylol bei 9,44 µg/kg Fett.

Diskussion aktueller Literatur zu möglichen gesundheitlichen Effekten

2.3.7 Endokrine Wirkungen

Bitsch et al. (2002) untersuchten Moschus-Keton, Moschus-Xylol, Metaboliten dieser Substanzen sowie polyzyklische Moschusverbindungen auf ihre mögliche östrogene Wirkung. Moschus-Keton, Moschus-Xylol, sowie p-amino-Moschus-Xylol, AHTN, und in geringerem Ausmaß, die makrozyklische Moschusverbindung Muskon bewirkten eine statistisch signifikante Zunahme der Zellvermehrung in humanen MCF-7 Brustkrebszellen. Die Wirksamkeit dieser Verbindungen ist jedoch, im Vergleich zu 17-β-Östradiol, gering.

Studien an dem transgenen Zebrafisch (in vitro und in vivo) zeigten hormonartige Wirkungen von AHTN und AHMI in Konzentrationen von 0,01µM (Scheurs et al, 2004, 2005, Schaefer, 2004). Die Moschusverbindungen AHTN, HHCb, AETT und AHMI zeigten in diesem Testsystem antagonistische Wirkungen gegenüber Östrogen-Rezeptor, Progesteron-Rezeptor und Androgen-Rezeptor. Die Autoren wiesen darauf hin, dass weitere in vivo Studien erforderlich sind um die toxikologischen Effekte von Chemikalien mit anti-androgenem Wirkmechanismus zu untersuchen.

2.3.8 Beeinflussung der zellulären Abwehrmechanismen

Luckenbach et al. (2004) und Luckenbach und Epel (2005) zeigten, dass Moschusverbindungen die Fähigkeit besitzen Transportmechanismen, zum Entfernen von Fremdstoffen, langfristig zu hemmen. 2- stündige Exposition der Meeres-Muschel *Mytilus californianus* mit Konzentrationen von 0,09 bis 2,56µM bestimmter Moschusverbindungen (Moschus-Xylol, Moschus-Keton, HHCb, ADBI, AHTN, ATII) resultierte in einer Hemmung des Transportmechanismus, die 24-48 Stunden nach Entfernung der Testsubstanzen anhielt. Nitromoschusverbindungen wirkten stärker inhibierend als polyzyklische Moschusverbindungen. Die Autoren wiesen darauf hin, dass diese Mechanismen, als wichtiger Bestandteil des zellulären Abwehrsystems, auch bei Säugetieren weit verbreitet sind. Obwohl die Wirkkonzentrationen der Moschusverbindungen in der betreffenden Studie weitaus höher waren, als die derzeit nachweisbaren Konzentrationen in menschlichem Blut, in der Milch oder im Gewebe, wurde gefordert, diese Phänomene auch beim Menschen zu untersuchen, da die Schwächung von zellulären Abwehrmechanismen zu einer Akkumulierung von Fremd- oder Schadstoffen im Körper führen könnte.

2.3.9 Induktion Fremdstoff-metabolisierender Enzyme

Die toxische Wirkung vieler Stoffe wird dadurch bestimmt, inwieweit Enzymsysteme im Körper diese Stoffe inaktivieren können. Dieser Inaktivierung liegt jedoch meist ein Aktivierungsschritt zugrunde. So wird die kanzerogene Potenz von Substanzen in vielen Fällen durch die Balance zwischen metabolischer Aktivierung und metabolischer Detoxifizierung bestimmt. (Arand und Ösch, 2003). Moschus-Keton und Moschus-Xylol wirken als Induktoren von Leberenzymen. Insbesondere Moschus-Keton zeigte starke

Potenz bei der Aktivierung von Enzymaktivitäten in der Ratte (Schmeiser et al, 2001). Bei in vitro-Versuchen mit metabolisch kompetenten humanen Leberzellen, konnte gezeigt werden, dass die gentoxische Aktivität von bestimmten Kanzerogenen durch Behandlung mit Moschus-Keton verstärkt wurde. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass eine Belastung mit Moschus-Keton, die zu einer Induktion von bestimmten Fremdstoff-metabolisierenden Enzymen (CYP1A) führt, das Risiko gegenüber gentoxischen Substanzen erhöht.

2.3.10 Kanzerogenität

Apostolides et al (2002) zeigten in einem neu entwickelten Testsystem, das kanzerogene Potenzial von Moschus-Keton und Moschus-Xylol. Da beide Substanzen negativ in in vitro Tests auf Mutagenität und Gentoxizität sind, wird gefolgert dass ein nicht gentoxischer Mechanismus zugrunde liegt. Beide Substanzen sind als Kanzerogene der Kategorie 3 eingestuft.

2.3.11 Klinische Daten

Eisenhardt et al (2001) untersuchten Moschusverbindungen im Blut von Frauen, welche die Universitätsklinik in Heidelberg, Abteilung für Gynäkologische Endokrinologie und Fertilitätsstörungen, aufgrund gynäkologischer Probleme aufsuchten. In 95 % der Blutproben wurde Moschus-Xylol (Median: 65,5 ng/l; Max: 1183 ng/l) und in 85 % der Proben Moschus-Keton (Median: 55,5 ng/l; Max: 518 ng/l) detektiert. Es konnte ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen der Häufigkeit von Parfümgebrauch mit erhöhten Blutkonzentrationen hergestellt werden. Frauen die unter prämenstruellem Syndrom (PMS) litten, hatten signifikant höhere Moschus-Keton-Konzentrationen im Blut als Frauen ohne PMS-Symptome. Bestimmte Veränderungen endokrinologischer Parameter schienen im Zusammenhang mit erhöhten Moschusverbindungen im Blut zu stehen, waren jedoch statistisch nicht signifikant.

Unfruchtbare Patientinnen hatten durchschnittlich höhere Moschus-Xylol Gehalte im Blut als Patientinnen mit anderen gynäkologischen Problemen. Die Blutproben von Frauen die Fehlgeburten erlitten hatten, wiesen höhere Gehalte von Moschus-Xylol auf als die von Frauen die keine Fehlgeburten erlitten hatten; die höchsten Werte fanden sich bei Frauen, die mehrere Fehlgeburten erlitten hatten. Die Autoren der Studie interpretierten die vorhandenen Daten nicht als Beweis endokriner oder reproduktionstoxischer Wirkungen, wiesen jedoch darauf hin, dass weitere experimentelle und klinische Studien erforderlich wären um mögliche endokrinologische Veränderungen zu erkennen oder Auswirkungen auf Fruchtbarkeit oder Funktionsstörungen zu klären.

2.4 Diskussion

2.4.1 Ökotoxikologische Wirkungen

2.4.1.1 Aquatische Umwelt

Im Folgenden ist eine Zusammenfassung der Ergebnisse der Bewertung von Moschus-Xylol und anderen Moschusduftstoffen der OSPAR-Konvention (2004) für die marine Umwelt dargestellt, die Schlussfolgerungen sind jedoch für die aquatische Umwelt, das im Wesentlichen durch Moschusverbindungen belastete Umweltkompartiment, allgemein geltend.

Die Nitromoschusverbindungen Moschus-Xylol und Moschus-Keton, sowie die bedeutendsten polyzyklischen Moschusverbindungen (AHTN und HHCB), wurden in die Liste der prioritären Stoffe unter der EU- Richtlinie für Altstoffe (existing chemicals regulation ESR) aufgenommen. Moschus-Xylol ist Kandidat für einen PBT-Stoff und derzeit werden Tests zur Abbaubarkeit von Moschus-Xylol in der marinen Umwelt durchgeführt. Da der Verbrauch von Moschus-Xylol rückläufig ist, und die Konzentrationen in der Umwelt gering, ist - basierend auf dem derzeitigen Stand des Wissens, kein Risiko für die marine Umwelt zu erwarten (OSPAR, 2004).

Auch Moschus-Keton und polyzyklische Moschusverbindungen stellen, basierend auf dem derzeitigen Stand des Wissens, kein Risiko für die marine Umwelt dar. Aufgrund der hohen aquatischen Toxizität, sowie der langsamen Abbaubarkeit der Substanzen, sollten dennoch Untersuchungen zur Langzeittoxizität und zum Umweltverhalten durchgeführt werden, sowie der Wissensstand über makrozyklische Moschusverbindungen, die als Ersatz der Nitromoschus- und polyzyklischen Moschusverbindungen dienen sollen, verbessert werden (OSPAR, 2004).

Weiters sollten die Forderungen der OSPAR Kommission (OSPAR, 2004) unterstützt werden.

- Ersatz von Moschus-Xylol durch Substanzen, die hinsichtlich ihres Umweltverhaltens zu bevorzugen sind.
- Verstärkung der Forderung gegenüber der International Fragrance Organisation (IFRA) die Berichtspflichten bezüglich Verbrauchsdaten von Moschusverbindungen einzuhalten.
- Forderung und Bestärkung (Industrie, Behörden) Verbindungen zu untersuchen, die als Ersatz für Nitromoschus- bzw. für polyzyklische Moschusverbindungen dienen könnten
- Bei Aufnahme von Moschus-Xylol als PBT-Stoff, Unterstützung von Berichtspflichten und Monitoringprogrammen.

Räuberorganismen

Die Exposition von Räubern (z.B.: fischfressende Vögel) sollte ebenfalls mittels Monitoringuntersuchungen beobachtet werden. Hohe Gehalte an organischen Schadstoffen können als zusätzliche Stressoren auf bereits bedrohte Tierarten wirken.

2.4.1.2 Terrestrische Umwelt

Die Hauptfracht synthetischer Moschusduftstoffe gelangt in das Abwasser. Somit ist im Wesentlichen die aquatische Umwelt von möglichen Schadwirkungen betroffen. Moschusverbindungen werden in unterschiedlichem Ausmaß in der Kläranlage entfernt und gelangen so in den Klärschlamm. Bei Verwendung von Klärschlämmen als Dünger sollte in Betracht gezogen werden, dass sich Moschusverbindungen und andere persistente oder schwer abbaubare Verbindungen, sich in Böden anreichern und akkumulieren können. Generell sollten bei jahrelanger Aufbringung von Klärschlämmen auf Felder insbesondere bei landwirtschaftlicher Nutzung Monitoringuntersuchungen auf persistente, schwerabbaubare und toxische Stoffe durchgeführt werden.

2.4.1 Wirkungen auf die menschliche Gesundheit

Die aktuellen Risikobewertungen der EU sowie des SCCNFP kommen zu der Schlussfolgerung, dass die Exposition mit den einzelnen Moschusduftstoffen durch Kosmetika kein Risiko für die Konsumentinnen und deren Nachkommen birgt. Konsumprodukte (Haushaltsreiniger, Waschmittel, Luftverbesserer) tragen demnach nur geringfügig zu Belastung bei. Dennoch sollte bedacht werden, dass Konsumenten gleichzeitig mit mehreren Duftstoffen konfrontiert sind und, dass zusätzlich eine Belastung durch die Innenraumluft gegeben sein kann.

Allein der Nachweis einer Substanz im Blut sagt noch nichts über deren mögliche schädliche Wirkungen aus, jedoch ist bekannt, dass chronische Wirkungen geringer Konzentrationen von bestimmten Chemikalien in ihrer Bedeutung unterschätzt und erst nach Jahren erkannt wurden. Insbesondere sind in diesem Zusammenhang die chronischen Schadwirkungen von Blei und von PCBs zu erwähnen, die erst in den letzten Jahren erkannt wurden, und deren Zusammenhang zwischen Exposition und gesundheitlichen Wirkungen wissenschaftlich bestätigt wurde. Darüber hinaus ist zu bedenken, dass Konsumenten gleichzeitig mit einer Vielzahl an unterschiedlichen Chemikalien belastet werden, die sich in ihrer Wirkung addieren können oder sogar synergistische Effekte auslösen können. Weiters ist die Sensitivität gegenüber bestimmten Verbindungen in der Bevölkerung sehr unterschiedlich ausgeprägt. Während bestimmte Personen relativ unempfindlich sind, gibt es auch höchst sensible Personen, die bereits bei geringen Konzentrationen an Effekten leiden. In diesem Zusammenhang seien Menschen, die an multipler Chemikaliensensitivität (MCF) leiden erwähnt, die insbesondere gegenüber Duftstoffen mit einer Reihe von Befindlichkeitsstörungen reagieren.

Nach Meinung der Autoren sollte aus Vorsorgegründen die Exposition der Bevölkerung mit Duftstoffen möglichst minimiert werden. Vor allem die Exposition Ungeborener, Neugeborener und Säuglinge sollte vermieden werden, da eine Reihe von Untersuchungen auf endokrine Wirksamkeit, Veränderung von Fremdstoff-metabolisierenden Enzymsysteme und mögliche verstärkter Aktivierung von Kanzerogenen hinweist.

3. Humanbiomonitoring

In der 2003 fertig gestellten Studie „Humanbiomonitoring von Moschusduftstoffen“ (durchgeführt vom österreichischen Umweltbundesamt und dem + Institut für Umwelthygiene, Medizinische Universität Wien) wurden 100 junge Erwachsene untersucht. Es konnte gezeigt werden, dass bei einem nicht unerheblichen Anteil der Probanden höhere Konzentrationen an bestimmten Moschusduftstoffen im Blut auftreten (bis zu >100 ng/l bei zwei der untersuchten Verbindungen, Höchstwert: 4100 ng/l [Galaxolid]) und dass sich das Spektrum der Stoffe - verglichen mit den Angaben aus der Literatur - gewandelt haben dürfte (Hutter et al. 2005).

Inwieweit es durch zunehmendes Alter zu höherer Belastung mit diesen schwer abbaubaren, bioakkumulierenden Substanzen kommt, konnte im Rahmen der vorangegangenen Studie nicht geklärt werden. Die vorliegende Untersuchung dient damit als weiterer Schritt in der gesundheitlichen Risikobeurteilung.

Die Studie soll die innere Belastung mit Moschusverbindungen älterer und alter Personen thematisieren. Es konnte in unserer ersten Studie gezeigt werden, dass die wesentliche Belastung mit synthetischen Duftstoffen über die Anwendung kosmetischer Produkte (z.B. Körpercremen) erfolgt und nicht über die Nahrungskette (v.a. Verzehr von Fischen). Da Männer der Altersgruppe 50+ kosmetische Produkte in weit geringerem Umfang einsetzen, wurden in die vorliegende Untersuchung nur Frauen aufgenommen.

3.1 Studienziel

Das Bundesministerium für Gesundheit und Frauen hat aufgrund der steigenden Bedeutung der Duftstoffthematik das vorliegende Folgeprojekt in Auftrag gegeben. Das Forschungsprojekt wurde vom österreichischen Umweltbundesamt und dem Institut für Umwelthygiene, Zentrum für Public Health der Medizinischen Universität Wien durchgeführt, welche bereits für die vorangegangene Untersuchung verantwortlich waren.

Die vorliegende Studie sollte v.a. die innere Belastung älterer und alter Personen thematisieren. Der Untersuchungsplan hatte folgende Ziele:

- Erfassung und statistische Beschreibung der Hintergrund-Belastung einer ausgesuchten Population (Frauen im Alter von 50 bis 75 Jahren) mit Moschusduftstoffen
- Identifizierung von möglichen Belastungspfaden.

Von der Ethikkommission der Medizinischen Universität wurde das Einverständnis zur wissenschaftlichen Untersuchung eingeholt (EK 368/2004)

4. Material und Methode

4.1 Methodik und Studiendesign

Bei der vorliegenden Studie handelt es sich um eine deskriptive und hinsichtlich der Belastungspfade analytische Querschnitt-Untersuchung. In die Studie sollten Frauen im Alter zwischen 50 und 75 Jahren aufgenommen werden. Es wurde eine chemische Analyse von Blut auf fünf Vertreter von Nitromoschusverbindungen und sechs Vertreter von polyzyklischen Moschusverbindungen durchgeführt (Tabelle 1) sowie Expositionsindikatoren mittels Fragebogen erhoben. Das Umweltbundesamt war für die Analytik (Säulenchromatographische Reinigung und Bestimmung mittels GC-MS), das Institut für Umwelthygiene für die Probengewinnung, -Extraktion und statistische Auswertung zuständig.

Tab. 1: Übersicht über die Analyten

Trivialname	Chemische Bezeichnung
Nitromoschusverbindungen	
Moschus-Ambrette	1-tert.-Butyl-2-methoxy-4-methyl-3,5-dinitrobenzol
Moschus-Keton	1-tert-Butyl-3,5-dimethyl-2,6-dinitro-4-azetylbenzol
Moschus-Mosken	1,1,3,3,5-Pentamethyl-4,6-dinitroindan
Moschus-Tibeten	1-tert-Butyl-3,4,5-trimethyl-2,6-dinitrobenzol
Moschus-Xylol	1-tert-Butyl-3,5-dimethyl-2,4,6-trinitrobenzol
Polyzyklische Moschusverbindungen	
Cashmeran	6,7-Dihydro-1,1,2,3,3-pentamethyl-4(5H)indanon
Celestolid	4-acetyl-1,1-dimethyl-6-tert-butylindan
Galaxolid	1,3,4,6,7,8-hexahydro-4,6,6,7,8,8-hexamethylcyclopenta-2-benzopyran
Phantolid	6-acetyl-1,1,2,3,3,5-hexamethyl-indan
Tonalid	7-acetyl-1,1,3,4,4,6-hexamethyl-tetralin
Traesolid	5-acetyl-1,1,2,6-tetramethyl-3-iso-propyldihydroindan

4.2 Untersuchungsablauf

Bei den Studienteilnehmerinnen handelt es sich um Patientinnen der Gefäßambulanz des Wiener Hanusch-Krankenhauses, weiters um Mitarbeiterinnen des Instituts für Umwelthygiene und des Klinischen Institutes für Hygiene. Es wurde ein standardisiertes Probenahmeprotokoll mit Fragebogen geführt.

Entnommen wurden pro Probandin je zwei Blutröhrchen à ca. 9 ml. Die Probenextraktion erfolgte am Institut für Umwelthygiene, die Reinigung, Aufbereitung und Analyse am Umweltbundesamt.

4.3 Fragebogenaufbau

Eine Hauptfrage der Untersuchung ist, inwiefern bei Exposition gegenüber Moschusduftstoffen diese im Blut nachweisbar sind. Zur Identifizierung etwaiger Quellen wurde ein Fragebogen mit Expositionsindikatoren - bestehend aus 17 Items - entwickelt. Der zweiseitige Fragebogen ist in zwei Themenbereiche gegliedert. Abgefragt wurden vorwiegend Ernährungsgewohnheiten und die Verwendung von Kosmetika und Körperpflegemittel i.w.S. Ein Fragenblock dient dazu, Hauttyp und etwaige Hautprobleme zu erheben. Der Erhebungsbogen wurde im Vorfeld mit der Projektleitung des Umweltbundesamtes diskutiert und abgestimmt.

Die verwendeten Fragetypen (hauptsächlich Einfachwahl) sorgen für einen einfach strukturierten Aufbau des Fragebogens und legen die Auswertungsmöglichkeiten fest.

4.4 Auswertung

Von den gemessenen Konzentrationen der Moschus-Verbindungen wurden zur Charakterisierung der Gesamtstichprobe und von Untergruppen Medianwerte und Quartile (zur besseren Übersicht wurden aber nur die Medianwerte in die Tabellen aufgenommen) errechnet. Ein Vergleich bzgl. der Konzentration von Moschusduftstoffen der nach Verwendung von kosmetischen Produkten und Nahrungsmitteln stratifizierten Gruppen wurde mit nicht-parametrischen Verfahren (U-Test, Kruskal-Wallis-Test) durchgeführt. Neben der Konzentration von Moschusduftstoffen wurde pro Proband die Zahl der in der Analyse die Nachweisgrenze übersteigenden Werte unter den 11

analysierten Stoffen ermittelt. Diese Zahl war annähernd normalverteilt und wurde mittels Varianzanalyse ausgewertet. Logistische Regressionsanalysen wurden mit den dichotomisierten Konzentrationen (unter/über der Bestimmungsgrenze) vorgenommen. Lineare multivariate Regressionsanalysen wurden mit der Zahl der über der Nachweisgrenze liegenden Analyten vorgenommen. Im Sinne einer explorativen Datenanalyse wurde keine Korrektur für multiples Testen angewendet. Als Signifikanzniveau wurde 5 % gewählt.

5. Ergebnisse

5.1 Analyse der Moschusverbindungen

Es wurde insgesamt 54 Probandinnen Blut abgenommen. Die folgende Darstellung bezieht sich auf diejenigen 53 Personen, von denen ausgefüllte Fragebögen vorlagen. Von den 11 analysierten Verbindungen waren im wesentlichen vier Stoffe nachweisbar: Moschus-Keton, Moschus-Xylol, Galaxolid und Tonalid. Galaxolid wurde in fast allen Proben (47/53) gefunden, 18-mal lag die Konzentration im Mikrogramm-Bereich. Der Maximalwert betrug 6,9 µg/l.

In zwei Fällen war Moschus Ambrette im Blut enthalten (einmal unterhalb der Bestimmungsgrenze). Dies traf auch für Moschus Mosken zu. Die anderen Substanzen überschritten nur in einem Fall die Bestimmungsgrenze (Cashmeran) oder die Konzentration lag zwischen Nachweis- und Bestimmungsgrenze (Phantolid). Drei Verbindungen waren bei keiner der Untersuchungspersonen nachweisbar (Moschus-Tibeten, Celestolid, Traesolid). In einem Fall fanden sich 7 der 11 Verbindungen (Moschus-Keton, Moschus-Xylol, Galaxolid, Tonalid, Cashmeran, Moschus-Mosken und Moschus-Ambrette).

Eine Übersicht über die Analyseergebnisse findet sich in Tabelle 2.

Tab. 2: Übersicht über die Analyse-Ergebnisse der Moschusverbindungen.

Verbindungen	Anzahl der Proben unter NG	zwischen NG und BG	über BG	Maximum in ng/l
Moschus-Ambrette	51	1	1	18
Moschus-Keton	30	7	16	280
Moschus-Mosken	51	1	1	17
Moschus-Tibeten	53	-	-	-
Moschus-Xylol	20	10	23	190
Cashmeran	52	-	1	89
Celestolid	53	-	-	-
Galaxolid	6	5	42	6900
Phantolid	52	1	-	-
Tonalid	41	8	4	290
Traesolid	53	-	-	-

NG: Nachweisgrenze

BG: Bestimmungsgrenze

Tab. 3: Statistische Kenndaten zu den Analyseergebnissen der beiden am häufigsten nachgewiesenen Moschusverbindungen (in ng/l).

Verbindungen	Arithmetisches Mittel	Standardabweichung	Median	Maximum
Moschus-Xylol	21,77	33,65	< BG	190
Galaxolid	1298,68	1612,40	620	6900

BG: Bestimmungsgrenze

5.2 Untersuchungskollektiv

Der Fragebogen wurde von 53 Personen ausgefüllt. Das Alter der Probandinnen lag zwischen 51 und 71 Jahren, das Durchschnittsalter betrug bei zwei fehlenden Angaben $60,3 \pm 5,5$ Jahre (Median: 59 Jahre).

Etwas mehr als die Hälfte der untersuchten Personen ordnet sich dem Hauttyp „trocken“ zu. Rund ein Drittel gibt normale Haut an (Tab. 4).

Tab. 4: Zuordnung der Probanden zu den einzelnen Hauttypen (in Prozent).

	normal	trocken	fett	k. A.
Hauttyp	35,8	50,9	3,8	9,4

Die Häufigkeit von Hautproblemen im Kollektiv beträgt rund 17 Prozent. Insgesamt 3 Personen gaben an, aufgrund von Hauterkrankungen regelmäßig Medikamente einzunehmen bzw. medizinische Cremes zu verwenden.

5.3 Beschreibung der Häufigkeiten bezüglich Verwendung von Hautpflegemittel, Kosmetika und Reinigungsmittel

Bei den Antworten zur Frage: „Welche der folgenden Produkte verwenden Sie?“ wurden der Übersichtlichkeit halber die Kategorien „1 ´ pro Monat“ und „1 ´ pro Woche“ unter „selten“ sowie die Angaben zu „mehrmals pro Woche“, „täglich“ und „mehrmals täglich“ zu „häufig“ subsumiert (Tabelle 5). Bei drei Produkten wurde aufgrund der Angaben die Kategorisierung „ja“ oder „nein“ - i.S. ob das jeweilige Produkt verwendet wird oder nicht - gewählt. Falls keine Angaben gemacht wurden, wurde dies in der Kategorie subsumiert (Tabelle 6).

Tab. 5: Häufigkeit der Verwendung verschiedener duftstoffhaltiger Produkte (Angaben in Prozent).

	nie	selten	häufig
Körpercreme/öl(Bodylotion)	32,1	15,1	52,8
Parfum	24,5	17,0	58,5
Deodorants	41,6	3,8	54,7
Seifen	20,8	1,9	77,4
Shampoos	3,8	52,8	43,4
Weichspüler	49,1	32,1	18,9
Handwäsche	50,9	20,8	28,3

Tab. 6: Angaben zur Verwendung spezieller duftstoffhaltiger Produkte (Angaben in Prozent).

	nein	ja
Enthaarungscreme	86,8	13,2
Duftöle	79,2	20,8
Luftsprays in Wohnräumen	81,1	18,9

Die Häufigkeiten für das Eincremen von Gesicht, Hände und Körper sind in Tabelle 7 dargestellt.

Tab. 7: Häufigkeit des Einsatzes von Cremes für Gesicht, Hände und Körper (Angaben in Prozent).

	nie	selten	häufig
Gesicht	7,5	1,9	90,6
Hände	13,2	5,7	81,1
Körper	18,8	20,8	60,4

„Sehr“ auf ein frisches jugendliches Aussehen achten 34,6 Prozent der Befragten, „etwas“ 48,1 Prozent, „kaum“ 11,5 und gar nicht 5,8 Prozent (n=52).

11,3 Prozent der Studienteilnehmerinnen glauben, dass andere sie für jünger halten, als sie tatsächlich sind, 64,2 Prozent, dass sie für eher jünger gehalten werden. Dass sie für älter gehalten werden, glauben 15,1 Prozent (nicht beantwortet wurde die Frage von 9,4 Prozent).

Annähernd 85 Prozent der Befragten (45/53) achten nach eigenen Angaben darauf, einen angenehmen Duft zu verbreiten (auch wenn sie nicht mit anderen Menschen zusammentreffen).

Bezüglich der Verwendung von speziellen Körperpflegemittel bzw. Kosmetika geben 36,5 Prozent der Personen an, eine bestimmte Körpercreme/Bodylotion (oder mehrere), 54,7 Prozent bestimmte Parfüms und 35,8 Prozent ein bestimmtes Deodorant zu benutzen.

5.4 Beschreibung der Ernährungsgewohnheiten

Im Untersuchungskollektiv fand sich lediglich eine Vegetarierin. Zur Häufigkeit des Fleisch- und Fischkonsums siehe Tabelle 8 und 9.

Tab. 8: Häufigkeit von Fleisch- und Fischkonsum (in %).

	nie	selten	häufig	k. A.
Fleischkonsum	1,9	60,4	26,4	11,3
Fischkonsum	5,7	77,4	11,3	5,7

k.A.: keine Angaben

Tab. 9: Häufigkeit von verschiedenen Mahlzeiten nach speziellen Fleisch- und Fischarten getrennt (in %).

Anzahl	nie	selten	häufig
Meeresfischmahlzeiten	30,2	58,5	11,3
Süßwasserfischmahlzeiten	41,5	54,7	3,8
Schweinefleischmahlzeiten	28,3	58,5	13,2
Rindfleischmahlzeiten	30,2	54,7	15,1

5.5 Untersuchung der Zusammenhänge mit der Moschuskonzentration

Für die folgenden statistischen Auswertungen wurden die Analyseergebnisse von Galaxolid herangezogen, da nur diese Verbindung in einer ausreichenden Zahl von Fällen nachweisbar war.

5.5.1 Hauttyp

Es fanden sich keine signifikante Unterschiede zwischen Personen unterschiedlichen Hauttyps hinsichtlich der Galaxolid-Konzentration, aber ein Trend zu höheren Werten sowohl bei trockener als auch bei fetter Haut (Tabelle 10).

Tab. 10: Galaxolid-Konzentrationen bei den einzelnen Hauttypen (Median, ng/l).

	normal	trocken	fett
Hauttyp	500,0	670,0	730,0

5.5.2 Hautpflegemittel, Kosmetika und Reinigungsmittel

Hinsichtlich der Häufigkeit der Verwendung duftstoffhaltiger Produkte zeigte sich beim Gebrauch von Parfums und Seifen ein signifikanter Zusammenhang mit der Galaxolid-Konzentration. Bei den restlichen duftstoffhaltigen Produkten war kein Zusammenhang nachweisbar (Tabelle 11).

Tab. 11: Median der Galaxolidkonzentrationen nach der Häufigkeit der Verwendung duftstoffhaltiger Produkte (in ng/l). Signifikanzprüfung mittels Kruskal-Wallis-Test.

	nie	selten	häufig
Körpercremen/öle	540,0	460,0	720,0
Parfums	250,0	510,0	940,0*
Deodorants	620,0	470,0	620,0
Seifen	380,0	<NG	680,0*
Shampoos	510,0	530,0	800,0
Weichspüler	740,0	440,0	610,0
Handwäsche	940,0	430,0	520,0

* signifikante Ergebnisse ($p < 0,05$)

Ein Zusammenhang zwischen dem Eincremen bestimmter Körperpartien und der Galaxolid-Konzentration konnte tendenziell hinsichtlich Eincremen des Körpers gezeigt werden (Tabelle 12).

Tab. 12: Median der Galaxolidkonzentrationen nach der Häufigkeit des Eincremens von Gesicht, Händen und Körper. Signifikanzprüfung mittels Kruskal-Wallis-Test.

	nie	selten	häufig
Gesicht	395,0	<NG	665,0
Hände	340,0	<NG	670,0
Körper	420,0	540,0	685,0

Da nicht nur die Häufigkeit der Verwendung (im Sinne einer Akkumulation), sondern wegen der langsamen Resorption insbesondere auch der Zeitpunkt der letzten Verwendung eine Rolle spielt, wurde in dieser Untersuchung dieser Aspekt besonders berücksichtigt. Einen Überblick gibt Tabelle 13.

Tab. 13: Median der Galaxolidkonzentrationen (in ng/l) nach dem Zeitpunkt des letzten Auftragens bzw. der letzten Verwendung der jeweiligen Produkte. Signifikanzprüfung mittels Kruskal-Wallis-Test.

	heute	gestern	davor
KörperCremen/öle	775,0	845,0	500,0 (*)
Parfums	1450,0	1500,0	390,0 **
Deodorants	660,0	620,0	560,0
Seifen	580,0	2000,0	495,0 (*)
Shampoos	900,0	1500,0	550,0

(*) Tendenz ($p < 0,1$)

* signifikante Ergebnisse ($p < 0,05$)

** hoch signifikante Ergebnisse ($p < 0,01$)

Es zeigte sich, dass bei Verwendung von Parfums am selben Tag oder am Tag zuvor die Galaxolid-Konzentration erheblich und statistisch hoch signifikant höher war als bei einer länger zurückliegenden Verwendung. Eine statistische Tendenz in dieser Richtung wurde auch für KörperCremen und Seifen festgestellt.

5.5.3 Ernährung

Es fand sich kein Zusammenhang zwischen der Galaxolid-Konzentration und der Häufigkeit von Fleisch- und Fischkonsum (Tabelle 14).

Tab. 14: Median der Galaxolid-Konzentrationen (ng/l) nach der Häufigkeit von bestimmten Mahlzeiten. Signifikanzprüfung mittels Kruskal-Wallis-Test.

Anzahl	nie	selten	häufig
Meeresfischmahlzeiten	505,0	690,0	465,0
Süßwasserfischmahlzeiten	515,0	760,0	215,0
Schweinefleischmahlzeiten	760,0	620,0	510,0
Rindfleischmahlzeiten	590,0	670,0	495,0

5.6 Untersuchung der Zusammenhänge mit der Anzahl die Nachweisgrenze übersteigender Konzentrationen

Für jeden Probanden wurde von den 11 analysierten Moschusduftstoffen die Anzahl Konzentrationen ermittelt, die die Nachweisgrenze überschritten. Diese Zahl lag zwischen 0 und 7 und war annähernd normalverteilt.

5.6.1 Hauttyp

Es fanden sich keine signifikante Unterschiede zwischen Personen unterschiedlichen Hauttyps bzgl. der Anzahl über der Nachweisgrenze liegender Moschusduftstoffe (Tabelle 15).

Tab. 15: Anzahl Moschusduftstoffe > Nachweisgrenze bei den einzelnen Hauttypen (arithm.Mittel±Std.Abw.).

	normal	trocken	fett
Hauttyp	2,1±1,4	2,4±1,5	2,0±0,0

5.6.2 Hautpflegemittel, Kosmetika und Reinigungsmittel

Hinsichtlich der Häufigkeit der Verwendung duftstoffhaltiger Produkte zeigte sich nur für den Gebrauch von Parfums ein signifikanter Zusammenhang mit der Anzahl der Konzentrationen über der Nachweisgrenze. (Tabelle 16).

Tab. 16: Anzahl Moschusduftstoffe > Nachweisgrenze (arithm.Mittel±Std.Abw.) nach der Verwendung duftstoffhaltiger Produkte. Signifikanzprüfung mittels ANOVA.

	nie	selten	häufig
KörperCremen/öle	2,1±1,2	2,6±2,1	2,3±1,2
Parfums	1,4±1,2	2,7±1,8	2,5±1,1 *
Deodorants	2,0±1,3	2,0±1,4	2,5±1,4
Seifen	1,8±1,3	2,2±2,9	2,4±1,0
Shampoos	2,5±0,7	2,0±1,3	2,6±1,4
Weichspüler	2,0±1,2	2,2±1,3	3,0±1,5
Handwäsche	2,3±1,3	2,2±0,8	2,2±1,8

* signifikante Ergebnisse (p<0,05)

Kein statistisch signifikanter Zusammenhang konnte zwischen dem Eincremen bestimmter Körperpartien und der Anzahl die Nachweisgrenze überschreitender Konzentrationen ermittelt werden (Tabelle 17).

Tab. 17: Anzahl Moschusduftstoffe > Nachweisgrenze (arithm.Mittel±Std.Abw.) nach der Häufigkeit des Eincremens von Gesicht, Händen und Körper. Signifikanzprüfung mittels ANOVA.

	nie	selten	häufig
Gesicht	1,8±1,0	1,0±0,0	2,4±1,4
Hände	1,7±1,4	2,3±2,3	2,4±1,3
Körper	1,6±1,0	2,5±2,0	2,4±1,1

Bei Personen, die EnthaarungsCremen, Duftöle oder Luftsprays verwendeten, war in allen Fällen die Zahl der im Blut vorhandenen Moschusduftstoffe signifikant höher.

Tab. 18: Anzahl Moschusduftstoffe > Nachweisgrenze (arithm.Mittel±Std.Abw.) nach der Verwendung bestimmter Duftprodukte. Signifikanzprüfung mittels ANOVA.

	Nein	Ja
EnthaarungsCremen	2,1±1,2	3,3±1,7 *
Duftöle	2,0±1,1	3,2±1,8 *
Luftsprays	2,0±1,1	3,3±1,8 **

* signifikante Ergebnisse (p<0,05)

** hoch signifikante Ergebnisse (p<0,01)

Obwohl bei der Untersuchung nach dem Zeitpunkt der letzten Verwendung verschiedener Körperpflegemittel in fast allen Fällen eine deutliche Abnahme der Zahl der nachgewiesenen Substanzen zu verzeichnen war, wenn die Mittel weder am Tag noch am Vortag der Blutabnahme verwendet wurden, erreichte nur die Verwendung von Shampoos statistische Signifikanz.

Tab. 19: Anzahl Moschusduftstoffe > Nachweisgrenze (arithm.Mittel±Std.Abw.) nach dem Zeitpunkt des letzten Auftrags bzw. der letzten Verwendung der jeweiligen Produkte. Signifikanzprüfung mittels ANOVA.

	heute	gestern	davor
KörperCremen/öle	2,4±1,3	2,6±1,2	2,0±1,5
Parfums	2,7±1,2	2,2±0,8	1,9±1,5
Deodorants	2,6±1,6	2,3±0,6	1,9±1,0
Seifen	2,4±1,4	2,0±1,0	1,8±1,3
Shampoos	3,3±1,7	2,1±1,2	1,8±0,8 *

* signifikante Ergebnisse ($p < 0,05$)

5.6.3 Ernährung

Nur die Häufigkeit des Konsums von Süßwasserfischen zeigte eine systematische Variation mit der Anzahl über der Nachweisgrenze liegender Befunde, statistische Signifikanz wurde aber nicht erreicht (Tabelle 20).

Tab. 20: Anzahl Moschusduftstoffe > Nachweisgrenze (arithm.Mittel±Std.Abw.) nach der Häufigkeit von bestimmten Mahlzeiten. Signifikanzprüfung mittels ANOVA.

Anzahl	nie	selten	häufig
Meeresfischmahlzeiten	2,0±1,3	2,5±0,9	2,3±1,7
Süßwasserfischmahlzeiten	2,0±1,3	2,4±1,0	2,6±1,7
Schweinefleischmahlzeiten	2,4±1,6	3,0±1,8	2,0±1,0
Rindfleischmahlzeiten	2,1±1,4	2,5±1,7	2,2±1,0

5.7 Multivariate Analyse der Einflussgrößen

In den vorangegangenen Kapiteln wurden die möglichen Einflussfaktoren einzeln analysiert. Durch Korrelationen zwischen diesen Faktoren können u.U. Zusammenhänge vorgetäuscht werden. Um diesen möglichen Störeinfluss auszuschalten, wurden multivariate stufenweise Regressionsanalysen gerechnet. Dabei wird die Minimalzahl von Variablen ermittelt, die einen signifikanten Beitrag zur Vorhersage einer die Bestimmungsgrenze überschreitenden Galaxolid-Konzentration leisten. Ebenso wurde analysiert, welche Variablen die Zahl der die Nachweisgrenze überschreitenden Konzentrationen von Duftstoffen vorhersagen können.

Hinsichtlich der Häufigkeit der Verwendung waren Parfüms und Seifen, hinsichtlich des Zeitpunkts der letzten Verwendung nur Parfüms Prädiktoren der Galaxolid-Konzentration. Für die Anzahl die Nachweisgrenze überschreitender Konzentrationen an Moschusduftstoffen waren Luftsprays, Parfums, Weichspüler und EnthaarungsCremen bzgl. der Häufigkeit der Verwendung und hinsichtlich des Zeitpunkts der letzten Verwendung Shampoos, Deodorants, Parfums und Weichspüler signifikante Prädiktoren.

6. Interpretation der Ergebnisse

6.1 Synthetische Moschusduftstoffe im Blut der Probandinnen

Von den 11 analysierten Stoffen konnten hauptsächlich vier Verbindungen im Blut der 53 Probandinnen (Frauen im Alter zwischen 51 und 71 Jahren) oberhalb der Bestimmungsgrenze gefunden werden: Moschus-Xylol (in 43 % > BG), Moschus-Keton (30 % > BG), Galaxolid (79 % > BG) und Tonalid (8 % > BG).

Die meisten Moschus-Xylol-, Moschus-Keton- und Tonalid-Konzentrationen lagen unter 100 ng/l (Maximalwerte: Moschus-Xylol 190 ng/l, Moschus-Keton 280 ng/l, Tonalid 290 ng/l). Hingegen wurden insgesamt 18-mal Galaxolid-Werte im Mikrogrammbereich gefunden. Die maximale Konzentration von Galaxolid betrug 6,9 µg/l. Hier spiegelt sich u.a. die große Bedeutung, die Galaxolid derzeit als Duftstoff besitzt. Oberhalb der Nachweisgrenze wurden von den 11 Analyten acht im Blut der Probandinnen gefunden. Nie nachgewiesen wurden Moschus-Tibeten, Celestolid und Traesolid.

Der Prozentsatz der Proben, in denen Galaxolid nachgewiesen werden konnte, entsprach ungefähr demjenigen unserer Untersuchung an jungen Erwachsenen (Durchschnittsalter 25,5 Jahre, Median: 23 Jahre) aus dem Jahr 2002. Bei Tonalid war der Prozentsatz bei den Seniorinnen etwas höher (23 vs. 13 Prozent), bei Moschus-Keton deutlich höher (43 vs. 17 Prozent), hingegen war er bei Moschus-Xylol etwas geringer (62 vs. 79 Prozent). In der ersten Studie (aus 100 Proben 13 Proben > 1 µg/l) fand sich im Vergleich mit der vorliegenden Studie (aus 53 Proben 16 Proben > 1 µg/l) ein deutlich geringerer Prozentsatz an Galaxolid-Werten über 1 µg/l. Dies könnte sich altersbedingt durch eine höhere dermale Aufnahme, durch geringere Ausscheidung, eine Akkumulation über die Lebensjahre bzw. durch höhere Anwendungshäufigkeit der Probandinnen erklären lassen. Im Unterschied zu unserer vorhergehenden Untersuchung an Studenten und Studentinnen lagen die Maximalwerte von Moschus-Xylol und Moschus-Keton über 100 ng/l. Der Maximalwert von Tonalid betrug diesmal 280 ng/l, in der früheren Studie hingegen 800 ng/l.

Die Ergebnisse (insbesondere im Hinblick auf die am häufigsten nachgewiesenen Verbindungen Moschus-Xylol und Galaxolid) können auch mit der deutschen Humanbiomonitoring-Studie von Bauer und Frössl (1999) verglichen werden (siehe Tabelle 21).

Die etwas höheren Werte von Moschus-Xylol in der deutschen Studie könnten auf Unterschiede in der analytischen Methode zurückgehen. Die deutlich höheren Konzentrationen von Galaxolid im Vergleich zu den deutschen Ergebnissen könnten sowohl auf analytische Unterschiede, als auch auf das höhere Alter der Probanden und den damit in Zusammenhang stehenden altersbedingten Hauteigenschaften zurückgehen. Die Altersatrophie der Haut ist v.a. auf verlangsamte Energie- und Stoffwechselprozesse im Corium (Lederhaut) zurückzuführen. Weiters sind auch altersbedingte Veränderungen an der Epidermis (Oberhaut) zu beobachten, die durch die verminderte Elastizität und die abnehmende Dicke der Lederhaut verursacht werden. Daran beteiligt sind u.a. Fibroblasten und eine Matrix aus verschiedenen Makromolekülen (z.B. Kollagen, Elasten), die das Gerüst der Haut bilden. Spannkraft und Elastizität bzw. „jugendliche Ausstrahlung“ der Haut sind in erster Linie vom Zustand der Elastinfasern abhängig. Die Elastinbildung nimmt im Alter ab. Ab dem dreißigsten Lebensjahr beginnen sich äußerliche Zeichen bemerkbar zu machen.

Die Unterschiede zwischen unseren Ergebnissen und jenen der deutschen Studie könnten auch im Verbraucherverhalten begründet sein, ebenso sind Änderungen in der Verwendung von Moschusverbindungen bei den Herstellern seit der Durchführung der deutschen Untersuchung denkbar.

In der deutschen Untersuchung wurden 413 Probanden (zufällig ausgesuchte 85 Männer und 328 Frauen) einbezogen. Mittels GC-MS (nach Festphasenextraktion und Einengung) wurden Moschus-Xylol, Moschus-Keton, Galaxolid und Tonalid im Blut bestimmt. Der arithmetische Mittelwert für Galaxolid lag bei 722 ng/l, derjenige für Tonalid bei 274 ng/l. Die Werte für Nitromoschus-Verbindungen waren geringer (arithmetisches Mittel für

Moschus-Xylol: 88 ng/l; arithmetisches Mittel für Moschus-Keton: 69 ng/l). Getrennt nach Geschlechtern gibt es diese Werte nicht.

Tab. 21: Vergleich der arithmetischen Mittelwerte der Stoffe Moschus-Xylol und Galaxolid aus der Studie Bauer und Frössl (1999) mit den vorliegenden Daten (in ng/l).

	Bauer u. Frössl 1999		UBA-UHYG 2005	
	Moschus-Xylol	Galaxolid	Moschus-Xylol	Galaxolid
Mittelwert	88	722	22	1299

Laut Auskunft Dr. Bauer sind die Daten damals nicht nach den Geschlechtern getrennt ausgewertet worden. Dies deshalb, da seiner Erfahrung nach, die inneren Moschuskonzentrationen weniger durch Parfums verursacht als durch alltägliche Reinigungs- und Pflegemittel des Alltags wie z.B. Seife. Demgegenüber stehen unsere eigenen früheren Untersuchungsergebnisse. Hinsichtlich Geschlecht ergaben sich hoch signifikante Zusammenhänge mit dem Moschus Summenwert. Weiters waren Frauen hinsichtlich der Einzelsubstanzen Moschus-Keton, Galaxolid und Tonalid signifikant höher belastet als Männer.

6.2 Identifizierung etwaiger Quellen und Risikofaktoren

Von den dufthaltigen Produkten sind sowohl pflegende als auch dekorative Kosmetika als Quellen für eine Moschusbelastung von Bedeutung. Das Ernährungsverhalten (sowohl Fleisch- als der hauptsächlich interessierende Fischkonsum) ist für die aktuelle Belastung mit den untersuchten Moschusverbindungen von untergeordneter Bedeutung. Dies bestätigt die Ergebnisse einer deutschen Studie (Käfferlein et al. 1997), die 72 Blutproben aus der Allgemeinbevölkerung auf ihren Gehalt an Moschus-Xylol untersuchte. Es konnten keine statistische Unterschiede zwischen Personengruppen mit unterschiedlichem Fischkonsumverhalten festgestellt werden.

Die Annahme, dass Personen mit trockener oder fetter Haut sich in der Verwendung von Kosmetika zur Hautpflege von Personen mit normaler Haut unterscheiden, konnte nicht bestätigt werden. Aus diesem Grund konnte auch kein klarer Unterschied in den Blutkonzentrationen von Moschusduftstoffen hinsichtlich des Hauttyps ermittelt werden. Hinsichtlich der Häufigkeit der Verwendung sowie dem Zeitpunkt der letzten Verwendung und dem Zusammenhang mit der Galaxolid Konzentration spielen Parfums und Seifen die wichtigste Rolle. Sie wurden auch als Prädiktoren für eine höhere Galaxolid-Konzentration identifiziert. Bezüglich Zeitpunkt der letzten Verwendung haben auch Körpercremen eine Bedeutung, wobei auch eine weiter zurückliegende Verwendung messbare Konzentrationen ergab.

Die Häufigkeit von Parfumverwendung korreliert auch mit der Zahl nachgewiesener Duftstoffen im Blut. Shampoos spielen eine Rolle hinsichtlich des Zeitpunkts ihrer letzten Verwendung. Interessant ist die Beobachtung, dass bei Personen, die Enthaarungscremen Luftsprays (Luftverbesserer) und Duftöle verwenden, eine höhere Zahl verschiedener Duftstoffe im Blut nachgewiesen werden konnte, aber keine erhöhten Galaxolid-Konzentrationen. Eine Erklärung dafür wäre, dass diese Produkte eher andere Duftstoffe beinhalten. Diese Ergebnisse legen außerdem nahe, dass solche Produkte eher mehrere verschiedene Duftstoffe beinhalten.

Für die Anzahl die Nachweisgrenze überschreitender Konzentrationen an Moschusduftstoffen waren Luftsprays, Parfums, Weichspüler und Enthaarungscremen bzgl. der Häufigkeit der Verwendung, und hinsichtlich des Zeitpunkts der letzten Verwendung Shampoos, Deodorants, Parfums und Weichspüler signifikante Prädiktoren. Auch wenn Parfums einen dominierenden Effekt auf die Konzentration von Duftstoffen im Blut haben, dürfen die Weichspüler (hinsichtlich Häufigkeit) sowie Deodorants (hinsichtlich Zeitpunkt der letzten Verwendung) nicht vernachlässigt werden. Darüber

hinaus gibt es Produkte wie Luftverbesserer, die zwar nur niedrigere Konzentrationen im Blut bedingen, aber den gleichzeitigen Nachweis mehrerer dieser synthetischen Stoffe nach sich ziehen.

6.3 Bewertung einzelner Ergebnisse

In zwei Fällen konnte - so wie bei unserer vorhergehenden Studie - Moschus-Ambrette (in geringen Konzentrationen) nachgewiesen werden. Moschus-Ambrette wirkt allerdings u.a. neurotoxisch und mutagen (Rimkus u. Brunn 1996, Schlatter u. Hunyady 1993). Die „International Fragrance Association“ (IFRA) empfahl deshalb Moschus-Ambrette nicht zu verwenden. Der Einsatz von Moschus-Ambrette ist in der EU verboten. Der Stoff steht im Anhang II der Kosmetikrichtlinie der EU (76/768/EWG) .

In einem Fall lagen Angaben zu den bevorzugten Produkten (Parfum, Deodorant, Körperlotion) vor. Da es sich um einen bedenklichen und auch verbotenen Stoff handelt, wird das entsprechende Ministerium informiert um betreffende Produkte auf das Vorkommen von Moschus-Ambrette zu untersuchen.

Es zeigte sich jedenfalls erneut, dass diese Stoffe trotz des Verbotes weiterhin nachweisbar sind.

7. Zusammenfassung

Die Exposition des Menschen gegenüber Xenobiotika durch direkten und indirekten Kontakt zu Umweltmedien, Nahrungsmitteln, Haushaltsreinigern, Körperpflegemitteln und dgl. führt zur „inneren Belastung“ des Organismus. Moschusduftstoffe sind lipophil, persistieren in der Umwelt und weisen ein hohes Bioakkumulationspotenzial auf. Der Mensch - als Nutzer von Produkten, die Moschusduftstoffe enthalten und als Endpunkt der Nahrungskette - ist aufgrund oraler, dermalen und inhalativer Exposition besonders stark exponiert.

In der 2003 fertig gestellten Studie „Humanbiomonitoring von Moschusduftstoffen“ (durchgeführt vom österreichischen Umweltbundesamt und dem Institut für Umwelthygiene, Medizinische Universität Wien) wurden 100 junge Erwachsene untersucht. Es konnte gezeigt werden, dass bei einem nicht unerheblichen Anteil der Probanden höhere Konzentrationen an bestimmten Moschusduftstoffen im Blut auftraten (bis zu >100 ng/l bei zwei der untersuchten Verbindungen, Höchstwert: 4100 ng/l [Galaxolid]) und dass sich das Spektrum der Stoffe - verglichen mit den Angaben aus der Literatur - gewandelt haben dürfte (Hutter et al. 2005).

7.1 Ziel und Studiendesign

Ziel der vorliegenden Studie war es zu klären, inwieweit es durch zunehmendes Alter zu höherer Belastung mit diesen schwer abbaubaren, bioakkumulierenden Substanzen kommt. Die Studie sollte die innere Belastung mit Moschusverbindungen älterer und alter Personen thematisieren. Da die Ergebnisse der Studie „Humanbiomonitoring von Moschusduftstoffen I“ zeigten, dass Frauen, aufgrund häufiger Verwendung von Kosmetika, deutlich stärker mit Moschusverbindungen belastet waren, wurden für die vorliegende Studie Frauen ausgewählt.

Es wurden Blutproben von Probandinnen im Alter von 51- 71 Jahren, die die Gefäßambulanz des Hanuschkrankenhauses aufsuchten, auf die bedeutendsten Vertreter der Nitromoschus (Moschus-Xylol, Moschus-Keton, Moschus-Tibeten, Moschus-Mosken, Moschus-Ambrette)- und polyzyklischen Moschusverbindungen (Galaxolid, Tonalid, Phantolid, Traesolid, Celesolid, Cashmeran) untersucht.

Die Ernährungsgewohnheiten sowie die Häufigkeit der Verwendung von Kosmetika und Konsumprodukten der Probandinnen wurden mittels Fragebogen erhoben.

7.2 Ergebnisse

Vier der untersuchten Substanzen waren in höheren Konzentrationen bei mehreren Probandinnen zu finden.

Moschus- Ambrette war in einer Probe in einer Konzentration von 18 ng/l nachweisbar, Moschus-Mosken ebenfalls in einer Probe (Konzentration: 17 ng/l). Moschus-Keton war in 16 Proben über der Bestimmungsgrenze zu detektieren (Maximum: 280 ng/l), Moschus-Xylol war in 23 der Proben über der Bestimmungsgrenze nachweisbar (arithmet. Mittel: 21,77 ng/l; Maximum:190 ng/l). Ceshmeran war in einer Probe (Konzentration 89 ng/l) nachweisbar, Tonalid in 4 Proben (Maximum: 290 ng/l). Die höchsten Konzentrationen wurden an Galaxolid detektiert (arithmet. Mittel: 1298,68; Maximum:6900 ng/l). 42 der Proben (79 %) lagen über der Bestimmungsgrenze. Im Vergleich mit der jüngeren Studienpopulation von 2003, ist Moschus-Keton häufiger, und in höheren Konzentrationen zu finden, die maximale Galaxolidkonzentration ist in der älteren Studienpopulation um 2000 ng/l höher. Tonalidkonzentrationen sind in der aktuellen Studie geringer (Max.:290 ng/l gegenüber 800 ng/l).

In der vorliegenden Studie wurde ein statistisch signifikanter Zusammenhang der Verwendung von Parfüm mit höheren Konzentrationen der Duftstoffe im Blut gefunden. Auch Shampoos, Körperlotions, Deodorants und Weichspüler tragen zur inneren Belastung bei. Einen Einfluss hatten sowohl die Häufigkeit, als auch der Zeitpunkt der

letzten Verwendung der Produkte. Duftstoffe aus Produkten, insbesondere Parfüms, die am gleichen Tag oder am Vortag verwendet wurden, waren im Vergleich zu einem früheren Verwendungsdatum, in höheren Konzentrationen nachweisbar. Die Verwendung von Enthaarungscremen, Duftölen und Luftsprays stand mit einer höheren Anzahl an verschiedenen Moschusduftstoffen im Blut in Verbindung.

7.3 Diskussion

Die Ergebnisse zeigen, dass Vertreter polyzyklischer Moschusduftstoffe in Konzentrationen von 0 bis 6900 ng/l im Blut von 53 Frauen der Generation 50+ nachweisbar sind. Weiters sind Nitromoschusverbindungen nach wie vor in Konzentrationen bis 280 ng/l (Moschus-Keton) nachweisbar. Somit konnte gezeigt werden, dass Frauen der Generation 50+ mit künstlichen Duftstoffen in höherem Ausmaß belastet sein können als jüngere Personen. Die aktuellen Risikobewertungen der EU sowie des SCCNFP kommen zu der Schlussfolgerung, dass die Exposition mit den einzelnen Moschusduftstoffen durch Kosmetika kein Risiko für die Konsumenten und deren Nachkommen birgt. Konsumprodukte (Haushaltsreiniger, Waschmittel, Luftverbesserer) tragen demnach nur geringfügig zur inneren Belastung bei. Allein der Nachweis einer Substanz im Blut sagt noch nichts über deren mögliche schädliche Wirkungen aus, jedoch ist bekannt, dass chronische Wirkungen geringer Konzentrationen von bestimmten Chemikalien in ihrer Bedeutung unterschätzt und erst nach Jahren erkannt wurden. Insbesondere sind in diesem Zusammenhang die chronischen Schadwirkungen von Blei und von PCBs zu erwähnen, da der Zusammenhang zwischen Exposition und gesundheitlichen Auswirkungen erst in jüngerer Zeit wissenschaftlich bestätigt wurde. Darüber hinaus ist zu bedenken, dass Konsumenten gleichzeitig mit einer Vielzahl an unterschiedlichen Chemikalien belastet werden, die sich in ihrer Wirkung addieren können oder sogar synergistische Effekte auslösen können. Darüber hinaus ist die Sensitivität gegenüber bestimmten Verbindungen in der Bevölkerung sehr unterschiedlich ausgeprägt. Während bestimmte Personen relativ unempfindlich sind, gibt es auch höchst sensible Personen, die bereits bei geringen Konzentrationen an Effekten leiden. Nach Meinung der Autoren sollten daher aus Vorsorgegründen die Exposition der Umwelt und der Bevölkerung mit Duftstoffen möglichst minimiert werden. Vor allem die Exposition Ungeborener, Neugeborener und Säuglinge sollte vermieden werden, da eine Reihe von Untersuchungen auf endokrine Wirksamkeit, Veränderung von fremdstoffmetabolisierenden Enzymsystemen und mögliche verstärkter Aktivierung von Kanzerogenen hinweist.

8. Literatur

8.1 Literaturangaben in der vorliegenden Studie

- Api A. M. and R. H. San. Genotoxicity tests with 6-acetyl-1,1,2,4,4,7-hexamethyltetraline and 1,3,4,6,7,8-hexahydro-4,6,6,7,8,8-hexamethylcyclopenta-gamma-2-benzopyr an. *Mutat.Res.* 446 (1):67-81, 1999.
- Apostolidis S., T. Chandra, I. Demirhan, J. Cinatl, H. W. Doerr, and A. Chandra. Evaluation of carcinogenic Potenzial of two nitro-musk derivatives, musk xylene and musk tibetene in a host-mediated in vivo/in vitro assay system. *Anticancer Res.* 22 (5):2657-2662, 2002.
- Bauer K, Frössl C. Blutkonzentrationen von Polycyclischen- und Nitromoschus-verbindungen bei deutschen Probanden. *Umwelt-medizin-gesellschaft* 12: 235-237. 1999.
- Arand M. und F. Oesch Fremdstoffmetabolismus In: Marquard und Schäfer: Lehrbuch der Toxikologie, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Stuttgart. 2003.
- Balk F. and R. A. Ford. Environmental risk assessment for the polycyclic musks, AHTN and HHCB. II. Effect assessment and risk characterisation
1. *Toxicol Lett.* 111 (1-2):81-94, 1999.
- Balk F. and R. A. Ford. Environmental risk assessment for the polycyclic musks AHTN and HHCB in the EU. I. Fate and exposure assessment
2. *Toxicol Lett.* 111 (1-2):57-79, 1999.
- Bell I. R., M. J. Szarek, D. R. Dicenso, C. M. Baldwin, G. E. Schwartz, and R. R. Bootzin. Patterns of waking EEG spectral power in chemically intolerant individuals during repeated chemical exposures. *Int J Neurosci.* 97 (1-2):41-59, 1999.
- Duedahl-Olesen L. , T. Cederberg, K. H. Pedersen, and A. Hojgard. Synthetic musk fragrances in trout from Danish fish farms and human milk. *Chemosphere* 61 (3):422-431, 2005.
- European Chemicals Bureau. IUCLID Dataset, CAS-No: 1506-02-1, 2000.
- European Chemicals Bureau. IUCLID Dataset, CAS-No: 1222-05-5, 2000.
- European Commission, Joint Research Center Technical guidance document on risk assessment, Ispra, Italy.2003.
- European Commission, European Chemicals Bureau, Institute for Health and Consumer Protection, European Union Risk Assessment Report musk ketone, final draft, 2003.
- European Commission, European Union Risk Assessment Report HHCB, draft version, 2005.
- European Commission, European Union Risk Assessment Report AHTN, draft version, 2005.

- European Commission, Institute for Health and Consumer Protection, European Chemicals Bureau. 5-TERT-BUTYL-2,4,6-TRINITRO-M-XYLENE (MUSK XYLENE) Summary Risk Assessment Report. 2005.
- Fromme H., T. Otto, and K. Pilz. Polycyclic musk fragrances in fish samples from Berlin waterways, Germany. *Food Addit. Contam* 18 (11):937-944, 2001.
- Fromme H., T. Otto, and K. Pilz. Polycyclic musk fragrances in different environmental compartments in Berlin (Germany). *Water Res.* 35 (1):121-128, 2001.
- Gatermann R., S. Biselli, H. Huhnerfuss, G. G. Rimkus, M. Hecker, and L. Karbe. Synthetic musks in the environment. Part 1: Species-dependent bioaccumulation of polycyclic and nitro musk fragrances in freshwater fish and mussels. *Arch Environ Contam Toxicol* 42 (4):437-446, 2002.
- Gomez E., A. Pillon, H. Fenet, D. Rosain, M. J. Duchesne, J. C. Nicolas, P. Balaguer, and C. Casellas. Estrogenic activity of cosmetic components in reporter cell lines: parabens, UV screens, and musks. *J Toxicol Environ Health A* 68 (4):239-251, 2005.
- HERA (Human and Environmental Risk Assessment on ingredients of Household Cleaning Products). HERA Risk Assessment of AHTN (6-Acetyl-1,1,2,4,4,7-hexamethyltetraline). 2004.
- HERA (Human and Environmental Risk Assessment on ingredients of Household Cleaning Products). HERA Risk Assessment of HHCB (1,3,4,6,7,8-hexahydro-4,6,6,7,8,8-hexamethylcyclopenta- γ -2-benzopyran and related isomers) (CAS 1222-05-5). 2004.
- Hutter H. P., P. Wallner, H. Moshhammer, W. Hartl, R. Sattelberger, G. Lorbeer, and M. Kundi. Blood concentrations of polycyclic musks in healthy young adults. *Chemosphere* 59 (4):487-492, 2005.
- IARC (International Agency for Research on Cancer). Musk ambrette and musk xylene. 1997.
- Kanda, R., P. Griffin, H. A. James, and J. Fothergill. Pharmaceutical and personal care products in sewage treatment works. *J Environ Monit.* 5 (5):823-830, 2003.
- Kafferlein H. U. and J. Angerer. Trends in the musk xylene concentrations in plasma samples from the general population from 1992/1993 to 1998 and the relevance of dermal uptake. *Int Arch Occup. Environ Health* 74 (7):470-476, 2001.
- Käfferlein H.U., Göen T, Angerer J. Belastung der Allgemeinbevölkerung durch Moschus-Xylol. *Umweltmedizin in Forschung und Praxis* (3):169-170. 1997.
- Kreuzinger N., M. Clara, B. Strenn, and B. Vogel. Investigation on the behaviour of selected pharmaceuticals in the groundwater after infiltration of treated wastewater. *Water Sci Technol.* 50 (2):221-228, 2004.
- Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg Schadstoffe in klärschlammgedüngten Ackerböden Baden Württembergs, Forschungsbericht, Karlsruhe 2003
- Luckenbach T., I. Corsi, and D. Epel. Fatal attraction: synthetic musk fragrances compromise multixenobiotic defense systems in mussels. *Mar. Environ Res.* 58 (2-5):215-219, 2004.

- Luckenbach T. and D. Epel. Nitromusk and polycyclic musk compounds as long-term inhibitors of cellular xenobiotic defense systems mediated by multidrug transporters. *Environ Health Perspect.* 113 (1):17-24, 2005.
- Nakata H. Occurrence of synthetic musk fragrances in marine mammals and sharks from Japanese coastal waters. *Environ Sci Technol.* 15;39 (10):3430-4. 2005.
- Ospar Commission. Musk xylene and other musks, Backgrounddocument on on muskxylene and other musks.. OSPAR Commission (Convention for the Protection of the Marine Environment of the North-East Atlantic). 2004.
- Peters R.J.B. Man made chemicals in maternal and cord blood. TNO report, 36518. 2005.
- Rimkus G., Brunn H. Synthetische Moschusduftstoffe – Anwendung, Anreicherung in der Umwelt und Toxikologie; Teil 1: Herstellung, Anwendung, Vorkommen in Lebensmitteln, Aufnahme durch den Menschen. *Ernährungs-Umschau* 43: 442-449. 1996.
- RIVM Tas, J.wW., van de Plassche, E.J. Initial Environmental Risk Assessment of Musk Ketone and Musk Xylene in the Netherlands in accordance with the EU-TGD; RIVM Report no. 601 503 002, National Institute of Public Health and the Environment Bilthoven, The Netherlands 1996.
- RIVM Environmental Risk Assessment of polycyclic musks AHTN and HHCB according to the EU-TGD; RIVM Report no. 601 503 008, National Institute of Public Health and the Environment Bilthoven, The Netherlands 1997.
- Schlatter J, Hunyady G Moschus-Xylol in Lebensmitteln und Kosmetika. Manuskript für das *BAG-Bulletin*, 22. Juni 1993.
- SCCNFP. Opinion of the Scientific Committee on Cosmetic Products and Non-Food Products intended for Consumers on Cosmetology concerning 5-tert-butyl-1,2,3-trimethyl-4,6- dinitrobenzen adopted by the plenary session of the SCC of 24 June 1997. 1997.
- SCCNFP. Opinion of the Scientific Committee on Cosmetic Products and Non-Food Products intended for Consumers concerning an initial list of perfumery materials which must not form part of fragrances compounds used in cosmetic products. 2000.
- SCCNFP. Opinion of the Scientific Committee on Cosmetic Products and Non-Food Products intended for Consumers concerning Hexahydro-hexamethyl-cyclopenta (γ)-2-benzopyran (HCCB). 2002.
- SCCNFP. Opinion of the Scientific Committee on Cosmetic Products and Non-Food Products intended for Consumers concerning 6-Acetyl-1,1,2,4,4,7-Hexamethyltetraline (AHTN). 2002.
- SCCNFP. Opinion of the Scientific Committee on Cosmetic Products and Non-Food Products intended for Consumers concerning musk xylene and musk ketone. 2004.
- Schaefer. A. Musk fragrances found to be antiestrogenic. *Environ Sci Technol.* 38 (4):69A-70A, 2004.
- Schreurs R. H., J. Legler, E. Artola-Garicano, T. L. Sinnige, P. H. Lanser, W. Seinen, and Burg B. van der. In vitro and in vivo antiestrogenic effects of polycyclic musks in zebrafish. *Environ Sci Technol.* 38 (4):997-1002, 2004.

Schreurs R. H., E. Sonneveld, J. H. Jansen, W. Seinen, and Burg B. van der. Interaction of polycyclic musks and UV filters with the estrogen receptor (ER), androgen receptor (AR), and progesterone receptor (PR) in reporter gene bioassays. *Toxicol Sci* 83 (2):264-272, 2005.

Umweltbundesamt: R. Sattelberger, H.P. Hutter, G. Lorbeer Humanbiomonitoring von Moschusduftstoffen. Bundesministerium für Gesundheit und Frauen BMGF. 2003.

Umweltbundesamt: S. Scharf, S. Loos, M. Uhl, N. Kreuzinger. Untersuchung von Donausedimenten und Schwebstoffen auf ausgewählte organische Stoffe, *Umweltbundesamt Wien, Bericht 249*. 2004.

Umweltbundesamt: Hohenblum P., R. Sattelberger, S. Scharf, Abwasser- und Klärschlammuntersuchungen in der Pilotkläranlage Simmering, *Umweltbundesamt Wien, Monographie 121*. 2000.

Vieth, B & Przyrembel, H., 2003. Stillen und unerwünschte Fremdstoffe in Frauenmilch, Teil 2: Geschätzte Aufnahmemengendes gestillten Säuglings und Stillempfehlungen. *Umweltmedizinischer Informationsdienst*, 1, 31-34.L.

8.2 Aktuelle Literatur zu Moschusverbindungen

Api A. M. and R. H. San. Genotoxicity tests with 6-acetyl-1,1,2,4,4,7-hexamethyltetraline and 1,3,4,6,7,8-hexahydro-4,6,6,7,8,8-hexamethylcyclopenta-gamma-2-benzopyr an. *Mutat.Res.* 446 (1):67-81, 1999.

Muller S., P. Schmid, and C. Schlatter. Occurrence of nitro and non-nitro benzenoid musk compounds in human adipose tissue. *Chemosphere* 33 (1):17-28, 1996.

Artola-Garicano E., T. L. Sinnige, Holsteijn van, I, W. H. Vaes, and J. L. Hermens. Bioconcentration and acute toxicity of polycyclic musks in two benthic organisms (Chironomus riparius and Lumbriculus variegatus). *Environ Toxicol Chem.* 22 (5):1086-1092, 2003.

Benz D., N. A. Paxeus, T. R. Ginn, and F. J. Loge. Occurrence and fate of pharmaceutically active compounds in the environment, a case study: Hoje River in Sweden. *J Hazard.Mater.* 122 (3):195-204, 2005.

Bester K. Polycyclic musks in the Ruhr catchment area--transport, discharges of waste water, and transformations of HHCB, AHTN and HHCB-lactone. *J Environ Monit.* 7 (1):43-51, 2005.

Breitholtz M., L. Wollenberger, and L. Dinan. Effects of four synthetic musks on the life cycle of the harpacticoid copepod Nitocra spinipes. *Aquat.Toxicol* 63 (2):103-118, 2003.

Buerge I. J., H. R. Buser, M. D. Muller, and T. Poiger. Behavior of the polycyclic musks HHCB and AHTN in lakes, two Potenzial anthropogenic markers for domestic wastewater in surface waters. *Environ Sci Technol.* 37 (24):5636-5644, 2003.

Carballa M., F. Omil, J. M. Lema, M. Llombart, C. Garcia-Jares, I. Rodriguez, M. Gomez, and T. Ternes. Behavior of pharmaceuticals, cosmetics and hormones in a sewage treatment plant. *Water Res.* 38 (12):2918-2926, 2004.

Carlsson G. and L. Norrgren. Synthetic musk toxicity to early life stages of zebrafish (Danio rerio). *Arch Environ Contam Toxicol* 46 (1):102-105, 2004.

- Gressel Y., W. R. Troy, and G. V. Foster. Safety evaluation of four bicyclic musk fragrance-chemicals relative to the neurotoxin, acetyl ethyl tetramethyl tetralin (AETT). *Dev. Toxicol Environ Sci* 8:53-58, 1980.
- Kallenborn R., R. Gatermann, and G. G. Rimkus. Synthetic musks in environmental samples: indicator compounds with relevant properties for environmental monitoring. *J Environ Monit.* 1 (4):70N-74N, 1999.
- Kevekordes S., V. Mersch-Sundermann, M. Diez, and H. Dunkelberg. In vitro genotoxicity of polycyclic musk fragrances in the micronucleus test. *Mutat. Res.* 395 (2-3):145-150, 1997.
- Kevekordes S., V. Mersch-Sundermann, M. Diez, C. Bolten, and H. Dunkelberg. Genotoxicity of polycyclic musk fragrances in the sister-chromatid exchange test. *Anticancer Res.* 18 (1A):449-452, 1998.
- International Flavors & Fragrances. Robust Test Summaries for 1,3,4,6,7,8-Hexahydro-4,6,6,7,8,8-hexamethylcyclopenta-γ-2-benzopyran (HHCB) CAS# 1222-05-5. submitted to the EPA under the HPV Challenge Program. 2005.
- Mottaleb M. A., X. Zhao, L. R. Curtis, and G. W. Sovocool. Formation of nitro musk adducts of rainbow trout hemoglobin for Potenzial use as biomarkers of exposure. *Aquat. Toxicol* 67 (4):315-324, 2004.
- Muller S., P. Schmid, and C. Schlatter. Occurrence of nitro and non-nitro benzenoid musk compounds in human adipose tissue. *Chemosphere* 33 (1):17-28, 1996.
- Peck A. M. and K. C. Hornbuckle. Synthetic musk fragrances in Lake Michigan. *Environ Sci Technol.* 38 (2):367-372, 2004.
- Ricking M., J. Schwarzbauer, and S. Franke. Molecular markers of anthropogenic activity in sediments of the Havel and Spree Rivers (Germany). *Water Res.* 37 (11):2607-2617, 2003.
- Schwartz S., V. Berding, and M. Matthies. Aquatic fate assessment of the polycyclic musk fragrance HHCB. Scenario and variability analysis in accordance with the EU risk assessment guidelines. *Chemosphere* 41 (5):671-679, 2000.
- Seaman P., M. Day, A. D. Russell, and D. Ochs. Susceptibility of capsular *Staphylococcus aureus* strains to some antibiotics, triclosan and cationic biocides. *J Antimicrob. Chemother.* 54 (3):696-698, 2004.
- Stachel B., E. Jantzen, W. Knoth, F. Kruger, P. Lepom, M. Oetken, H. Reincke, G. Sawal, R. Schwartz, and S. Uhlig. The Elbe flood in August 2002--organic contaminants in sediment samples taken after the flood event. *J Environ Sci Health A Tox. Hazard. Subst. Environ Eng* 40 (2):265-287, 2005.
- Stevens J. L., G. L. Northcott, G. A. Stern, G. T. Tomy, and K. C. Jones. PAHs, PCBs, PCNs, organochlorine pesticides, synthetic musks, and polychlorinated n-alkanes in U.K. sewage sludge: survey results and implications. *Environ Sci Technol.* 37 (3):462-467, 2003.
- Wollenberger M., Breitholtz, Kusk K. Ole, and B. E. Bengtsson. Inhibition of larval development of the marine copepod *Acartia tonsa* by four synthetic musk substances. *Sci Total Environ* 305 (1-3):53-64, 2003.



Bestimmung von Moschusverbindungen in Humanblut „Humanmoschus II“

Prüfbericht Nr. 0506/102



AUFTRAGGEBER UND AUFTRAG

Auftraggeber

Bundesministerium für
Gesundheit und Frauen
Abteilung IV/B/11
z. H. Hrn. Dr. Alexander Zilberszac

Radetzkystraße 2
1031 Wien

Analysenauftrag

Der gegenständliche Analysenauftrag ist Teil des Forschungsprojektes „Polymoschusverbindungen in Humanblut II“ das in Kooperation von Umweltbundesamt und Institut für Umwelthygiene der medizinischen Universität Wien (IUH) im Auftrag des BM für Gesundheit und Frauen (Forschungsauftrag vom 18.2.2005, BMGF-70420/0011-IV/6/05) durchgeführt wird.

Es wurden insgesamt 11 Analyten aus den Substanzgruppen Nitromoschus- und Polyzyklische Moschusverbindungen in Humanblutproben bestimmt.

Die Proben wurden vereinbarungsgemäß vom Projektpartner IUH zur Verfügung gestellt.

BESCHREIBUNG der Proben

Probenahmen

Die Probenahmen wurden vom Institut für Umwelthygiene durchgeführt.
Die Proben wurden im Abnehmeröhrchen bis zur Analyse eingefroren.

Bezeichnung, Menge und Probeneingang der Humanblutproben

Die Proben wurden in Form der organischen Extrakte dem Umweltbundesamt übergeben.

Labor-Nr.	Bezeichnung	Menge [ml]	Probeneingang
S 0506 2095	M02	7,7	7.6.2005
S 0505 1659	M03	7,5	10.5.2005
S 0505 1660	M04	7,8	10.5.2005
S 0505 1661	M05	7,7	10.5.2005
S 0505 1662	M06	7,6	10.5.2005
S 0505 1663	M07	7,5	10.5.2005
S 0505 1665	M08	7,5	10.5.2005
S 0505 1666	M09	7,5	10.5.2005
S 0505 1667	M10	7,3	10.5.2005
S 0505 1668	M11	9	10.5.2005
S 0505 1670	M12	8,5	11.5.2005
S 0505 1671	M13	8	11.5.2005
S 0505 1672	M14	7	11.5.2005
S 0505 1673	M15	9	11.5.2005
S 0505 1674	M16	7	11.5.2005
S 0505 1675	M17	9	11.5.2005
S 0505 1677	M18	9	11.5.2005
S 0505 1678	M19	9	11.5.2005
S 0505 1679	M20	9	11.5.2005
S 0505 1680	M21	8,2	11.5.2005
S 0505 1748	M22	9	20.5.2005
S 0505 1749	M23	9	20.5.2005
S 0505 1750	M51	9	20.5.2005

Labor-Nr.	Bezeichnung	Menge [ml]	Probeneingang
S 0505 1751	M52	7,8	20.5.2005

<i>S 0505 1752</i>	<i>M53</i>	<i>9</i>	<i>20.5.2005</i>
<i>S 0505 1753</i>	<i>M54</i>	<i>8,2</i>	<i>20.5.2005</i>
<i>S 0505 1754</i>	<i>M55</i>	<i>8,8</i>	<i>20.5.2005</i>
<i>S 0505 1755</i>	<i>M56</i>	<i>8,7</i>	<i>20.5.2005</i>
<i>S 0505 1756</i>	<i>M57</i>	<i>8,6</i>	<i>20.5.2005</i>
<i>S 0505 1757</i>	<i>M58</i>	<i>8,5</i>	<i>20.5.2005</i>
<i>S 0505 1806</i>	<i>M24</i>	<i>9</i>	<i>24.5.2005</i>
<i>S 0505 1807</i>	<i>M25</i>	<i>8,5</i>	<i>24.5.2005</i>
<i>S 0506 2096</i>	<i>M26</i>	<i>8,4</i>	<i>7.6.2005</i>
<i>S 0505 1809</i>	<i>M27</i>	<i>8,4</i>	<i>24.5.2005</i>
<i>S 0505 1810</i>	<i>M28</i>	<i>8,7</i>	<i>24.5.2005</i>
<i>S 0505 1811</i>	<i>M29</i>	<i>8,7</i>	<i>24.5.2005</i>
<i>S 0506 2097</i>	<i>M30</i>	<i>6</i>	<i>7.6.2005</i>
<i>S 0505 1813</i>	<i>M31</i>	<i>9</i>	<i>24.5.2005</i>
<i>S 0506 2098</i>	<i>M32</i>	<i>7,4</i>	<i>7.6.2005</i>
<i>S 0505 1815</i>	<i>M50</i>	<i>8,5</i>	<i>24.5.2005</i>
<i>S 0505 1995</i>	<i>M33</i>	<i>8</i>	<i>30.5.2005</i>
<i>S 0505 1996</i>	<i>M34</i>	<i>8</i>	<i>30.5.2005</i>
<i>S 0505 1997</i>	<i>M35</i>	<i>9</i>	<i>30.5.2005</i>
<i>S 0506 2099</i>	<i>M36</i>	<i>8,5</i>	<i>7.6.2005</i>
<i>S 0505 1999</i>	<i>M37</i>	<i>8,4</i>	<i>30.5.2005</i>
<i>S 0505 2000</i>	<i>M38</i>	<i>9</i>	<i>30.5.2005</i>
<i>S 0505 2001</i>	<i>M39</i>	<i>8,2</i>	<i>30.5.2005</i>

Labor-Nr.	Bezeichnung	Menge [ml]	Probeneingang
<i>S 0506 2100</i>	<i>M40</i>	<i>8,1</i>	<i>7.6.2005</i>
<i>S 0505 2003</i>	<i>M41</i>	<i>9</i>	<i>30.5.2005</i>
<i>S 0505 2004</i>	<i>M42</i>	<i>8,2</i>	<i>30.5.2005</i>
<i>S 0505 2005</i>	<i>M59</i>	<i>8,1</i>	<i>30.5.2005</i>
<i>S 0505 2006</i>	<i>M60</i>	<i>8,7</i>	<i>30.5.2005</i>

Analysen und Analysenergebnisse

Analysenzeitraum

9.5. – 10.6.2005

Prüfverfahren

Die Blutproben wurden im IUH-Labor aufgetaut, mit Surrogate versetzt und extrahiert. Die organischen Probenextrakte wurden dem Umweltbundesamt-Labor zur weiteren Extraktreinigung und Analyse übergeben.

Bestimmung der Moschusverbindungen (nicht im Akkreditierungsumfang enthalten)

- Zugabe von deuteriertem Tonalid als Surrogate
- Ausfällen des Eiweißes mit Acetonitril
- Extraktion der Probe mit n-Pentan
- Überführen in Hexan
- Extraktreinigung über Kieselgel
- Extraktreinigung über AIOX
- Gaschromatographische Endbestimmung mit GC-MS/ NCI.
- Quantifizierung nach der externen Standardmethode unter Zugabe eines Injektionsstandards (IST = Hexachlorbenzol-¹³C₆). Wiederfindungskorrektur über den zugesetzten deuterierten Surrogatestandard bzw. über die mittlere Wiederfindung aufgestockter Proben

Zur Vermeidung von Blindwerten wurden alle Glasgefäße vor Verwendung bei 200°C ausgeheizt und mit i-Oktan gespült.

Analysenergebnisse

Die Analysenergebnisse auf den folgenden Seiten beziehen sich ausschließlich auf die in Punkt 2.2. angegebenen Proben.

Die Ergebnistabellen enthalten auch die für die jeweilige Probe gültigen Nachweis- und Bestimmungsgrenze, abhängig von der eingesetzten Probenmenge und der Wiederfindung des Surrogate-Standards.

alle Ergebnisse	S 0505 1663	S 0505 1665	S 0505 1666	S 0505 1667	S 0505 1668
in ng/l	M07	M08	M09	M10	M11
Cashmeran	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Celestolid	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Phantolid	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Galaxolid	430	5700	n.n.	< 330	690
Traesolid	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Tonalid	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Moschus-Ambrette	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Moschus-Xylol	33	81	n.n.	n.n.	< 12
Moschus-Mosken	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Moschus-Tibeten	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Moschus-Keton	n.n.	150	n.n.	n.n.	28
NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]
Cashmeran	15	15	14	17	12
Celestolid	30	30	27	33	25
Phantolid	23	23	21	25	19
Galaxolid	150	150	140	170	120
Traesolid	30	30	27	33	25
Tonalid	38	38	34	42	31
Moschus-Ambrette	8.0	8.0	7.0	8.0	6.0
Moschus-Xylol	8.0	8.0	7.0	8.0	6.0
Moschus-Mosken	4.0	4.0	3.0	4.0	3.0
Moschus-Tibeten	30	30	27	33	25
Moschus-Keton	6.0	6.0	6.0	6.0	5.0
BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]
Cashmeran	30	30	27	33	25
Celestolid	60	61	55	67	50
Phantolid	45	45	41	50	37
Galaxolid	300	300	270	330	250
Traesolid	60	61	55	67	50
Tonalid	75	76	68	83	62
Moschus-Ambrette	15	15	14	17	12
Moschus-Xylol	15	15	14	17	12
Moschus-Mosken	8.0	8.0	7.0	8.0	6.0
Moschus-Tibeten	60	61	55	67	50
Moschus-Keton	12	12	12	12	10

alle Ergebnisse	S 0505 1670	S 0505 1671	S 0505 1672	S 0505 1673	S 0505 1674
in ng/l	M12	M13	M14	M15	M16
Cashmeran	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Celestolid	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Phantolid	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Galaxolid	1000	2000	4200	620	680
Traesolid	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Tonalid	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Moschus-Ambrette	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Moschus-Xylol	n.n.	n.n.	54	51	< 18
Moschus-Mosken	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Moschus-Tibeten	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Moschus-Keton	n.n.	n.n.	280	n.n.	< 12
NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]
Cashmeran	20	14	16	15	18
Celestolid	39	28	31	30	36
Phantolid	29	21	23	23	27
Galaxolid	200	140	160	150	180
Traesolid	39	28	31	30	36
Tonalid	49	36	39	38	45
Moschus-Ambrette	10	7.0	8.0	8.0	9.0
Moschus-Xylol	10	7.0	8.0	8.0	9.0
Moschus-Mosken	5.0	4.0	4.0	8.0	9.0
Moschus-Tibeten	39	28	31	30	36
Moschus-Keton	5.0	5.0	6.0	5.0	6.0
BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]
Cashmeran	39	28	31	30	36
Celestolid	78	57	62	61	72
Phantolid	59	43	47	46	54
Galaxolid	390	290	310	300	360
Traesolid	78	57	62	61	72
Tonalid	98	71	78	76	90
Moschus-Ambrette	20	14	16	15	18
Moschus-Xylol	20	14	16	15	18
Moschus-Mosken	10	7.0	8	15	18
Moschus-Tibeten	78	57	62	61	72
Moschus-Keton	10	11	12	10	12

alle Ergebnisse	S 0505 1675	S 0505 1677	S 0505 1678	S 0505 1679	S 0505 1680
in ng/l	M17	M18	M19	M20	M21
Cashmeran	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Celestolid	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Phantolid	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	< 34
Galaxolid	490	790	3200	800	2700
Traesolid	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Tonalid	n.n.	< 86	n.n.	< 53	79
Moschus-Ambrette	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Moschus-Xylol	22	< 17	n.n.	n.n.	11
Moschus-Mosken	n.n.	n.n.	< 6.0	n.n.	n.n.
Moschus-Tibeten	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Moschus-Keton	150	n.n.	11	n.n.	110
NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]
Cashmeran	13	17	11	11	11
Celestolid	26	34	23	21	23
Phantolid	19	26	17	16	17
Galaxolid	130	170	110	110	110
Traesolid	26	34	23	21	23
Tonalid	32	43	28	26	28
Moschus-Ambrette	6.0	9.0	6.0	5.0	6.0
Moschus-Xylol	6.0	9.0	6.0	5.0	6.0
Moschus-Mosken	6.0	9.0	3.0	3.0	3.0
Moschus-Tibeten	26	34	23	21	23
Moschus-Keton	5	5	5	5	5
BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]
Cashmeran	26	34	23	21	23
Celestolid	51	69	45	42	45
Phantolid	38	51	34	32	34
Galaxolid	260	340	230	210	230
Traesolid	51	69	45	42	45
Tonalid	64	86	56	53	57
Moschus-Ambrette	13	17	11	11	11
Moschus-Xylol	13	17	11	11	11
Moschus-Mosken	13	17	6.0	5.0	6.0
Moschus-Tibeten	51	69	45	42	45
Moschus-Keton	10	10	10	10	11

alle Ergebnisse	S 0505 1748	S 0505 1749	S 0505 1750	S 0505 1751	S 0505 1752
in ng/l	M22	M23	M51	M52	M53
Cashmeran	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Celestolid	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Phantolid	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Galaxolid	n.n.	660	760	1400	510
Traesolid	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Tonalid	n.n.	n.n.	< 58	n.n.	< 66
Moschus-Ambrette	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Moschus-Xylol	n.n.	< 12	13	23	< 13
Moschus-Mosken	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Moschus-Tibeten	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Moschus-Keton	n.n.	n.n.	29	n.n.	19
NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]
Cashmeran	13	12	12	14	13
Celestolid	26	24	23	28	26
Phantolid	20	18	17	21	20
Galaxolid	130	120	120	140	130
Traesolid	26	24	23	28	26
Tonalid	33	30	29	35	33
Moschus-Ambrette	7.0	6.0	6.0	7.0	7.0
Moschus-Xylol	7.0	6.0	6.0	7.0	7.0
Moschus-Mosken	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Moschus-Tibeten	26	24	23	28	26
Moschus-Keton	5.0	5.0	5.0	6.0	5.0
BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]
Cashmeran	26	24	23	28	26
Celestolid	52	49	46	56	53
Phantolid	39	37	35	42	39
Galaxolid	260	240	230	280	260
Traesolid	52	49	46	56	53
Tonalid	65	61	58	70	66
Moschus-Ambrette	13	12	12	14	13
Moschus-Xylol	13	12	12	14	13
Moschus-Mosken	7.0	6.0	6.0	7.0	7.0
Moschus-Tibeten	52	49	46	56	53
Moschus-Keton	10	10	10	11	10

alle Ergebnisse	S 0505 1753	S 0505 1754	S 0505 1755	S 0505 1756	S 0505 1757
in ng/l	M54	M55	M56	M57	M58
Cashmeran	89	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Celestolid	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Phantolid	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Galaxolid	520	1500	3900	670	n.n.
Traesolid	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Tonalid	290	n.n.	n.n.	n.n.	< 67
Moschus-Ambrette	< 17	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Moschus-Xylol	48	82	27	15	n.n.
Moschus-Mosken	17	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Moschus-Tibeten	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Moschus-Keton	52	25	n.n.	n.n.	n.n.
NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]
Cashmeran	17	13	18	14	13
Celestolid	35	27	35	27	27
Phantolid	26	20	26	20	20
Galaxolid	170	130	180	140	130
Traesolid	35	27	35	27	27
Tonalid	43	33	44	34	33
Moschus-Ambrette	9.0	7.0	9.0	7.0	7.0
Moschus-Xylol	9.0	7.0	9.0	7.0	7.0
Moschus-Mosken	4.0	3.0	4.0	3.0	3.0
Moschus-Tibeten	35	27	35	27	27
Moschus-Keton	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]
Cashmeran	35	27	35	27	27
Celestolid	69	54	71	54	53
Phantolid	52	40	53	41	40
Galaxolid	350	270	350	270	270
Traesolid	69	54	71	54	53
Tonalid	87	67	88	68	67
Moschus-Ambrette	17	13	18	14	13
Moschus-Xylol	17	13	18	14	13
Moschus-Mosken	9.0	7.0	9.0	7.0	7.0
Moschus-Tibeten	69	54	71	54	53
Moschus-Keton	11	10	10	10	10

alle Ergebnisse	S 0505 1806	S 0505 1807	S 0506 2096	S 0505 1809	S 0505 1810
in ng/l	M24	M25	M26	M27	M28
Cashmeran	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Celestolid	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Phantolid	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Galaxolid	500	< 290	340	510	n.n.
Traesolid	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Tonalid	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Moschus-Ambrette	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Moschus-Xylol	n.n.	< 14	38	n.n.	29
Moschus-Mosken	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Moschus-Tibeten	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Moschus-Keton	n.n.	45	n.n.	n.n.	n.n.
NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]
Cashmeran	15	14	17	16	16
Celestolid	29	28	33	33	33
Phantolid	22	21	25	25	25
Galaxolid	150	140	170	160	160
Traesolid	29	28	33	33	33
Tonalid	37	36	42	41	41
Moschus-Ambrette	7.0	7.0	8.0	8.0	8.0
Moschus-Xylol	7.0	7.0	8.0	8.0	8.0
Moschus-Mosken	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Moschus-Tibeten	29	28	33	33	33
Moschus-Keton	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]
Cashmeran	29	28	33	33	33
Celestolid	59	57	67	65	66
Phantolid	44	43	50	49	49
Galaxolid	290	290	330	330	330
Traesolid	59	57	67	65	66
Tonalid	73	71	83	82	82
Moschus-Ambrette	15	14	17	16	16
Moschus-Xylol	15	14	17	16	16
Moschus-Mosken	7.0	7.0	8.0	8.0	8.0
Moschus-Tibeten	59	57	67	65	66
Moschus-Keton	10	10	10	10	10

alle Ergebnisse	S 0505 1811	S 0506 2097	S 0505 1813	S 0506 2098	S 0505 1815
in ng/l	M29	M30	M31	M32	M50
Cashmeran	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Celestolid	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Phantolid	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Galaxolid	6900	2000	380	440	370
Traesolid	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Tonalid	< 83	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Moschus-Ambrette	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Moschus-Xylol	24	22	n.n.	n.n.	< 14
Moschus-Mosken	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Moschus-Tibeten	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Moschus-Keton	n.n.	120	n.n.	< 12	< 10
NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]
Cashmeran	17	21	17	19	14
Celestolid	33	42	34	39	29
Phantolid	25	31	25	29	22
Galaxolid	170	210	170	190	140
Traesolid	33	42	34	39	29
Tonalid	42	52	42	48	36
Moschus-Ambrette	8.0	10.0	8.0	10.0	7.0
Moschus-Xylol	8.0	10.0	8.0	10.0	7.0
Moschus-Mosken	4.0	5.0	4.0	5.0	4.0
Moschus-Tibeten	33	42	34	39	29
Moschus-Keton	5.0	7.0	5.0	6.0	5.0
BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]
Cashmeran	33	42	34	39	29
Celestolid	67	84	68	77	57
Phantolid	50	63	51	58	43
Galaxolid	330	420	340	390	290
Traesolid	67	84	68	77	57
Tonalid	83	105	85	97	72
Moschus-Ambrette	17	21	17	19	14
Moschus-Xylol	17	21	17	19	14
Moschus-Mosken	8.0	10	8.0	10	7.0
Moschus-Tibeten	67	84	68	77	57
Moschus-Keton	10	14	10	12	10

alle Ergebnisse	S 0505 1995	S 0505 1996	S 0505 1997	S 0506 2099	S 0505 1999
in ng/l	M33	M34	M35	M36	M37
Cashmeran	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Celestolid	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Phantolid	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Galaxolid	4900	4600	560	520	1500
Traesolid	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Tonalid	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Moschus-Ambrette	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Moschus-Xylol	n.n.	n.n.	49	27	< 16
Moschus-Mosken	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Moschus-Tibeten	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Moschus-Keton	22	n.n.	87	n.n.	n.n.
NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]
Cashmeran	18	16	13	17	16
Celestolid	36	32	27	34	33
Phantolid	27	24	20	26	25
Galaxolid	180	160	130	170	170
Traesolid	36	32	27	34	33
Tonalid	45	40	33	43	41
Moschus-Ambrette	9.0	8.0	7.0	9.0	8.0
Moschus-Xylol	9.0	8.0	7.0	9.0	8.0
Moschus-Mosken	4.0	4.0	3.0	4.0	4.0
Moschus-Tibeten	36	32	27	34	33
Moschus-Keton	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]
Cashmeran	36	32	27	34	33
Celestolid	71	64	53	68	66
Phantolid	54	48	40	51	49
Galaxolid	360	320	270	340	330
Traesolid	71	64	53	68	66
Tonalid	89	79	67	85	82
Moschus-Ambrette	18	16	13	17	16
Moschus-Xylol	18	16	13	17	16
Moschus-Mosken	9.0	8.0	7.0	9.0	8.0
Moschus-Tibeten	71	64	53	68	66
Moschus-Keton	11	11	10	10	10

alle Ergebnisse	S 0505 2000	S 0505 2001	S 0505 2002	S 0505 2003	S 0505 2004
in ng/l	M38	M39	M40	M41	M42
Cashmeran	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Celestolid	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Phantolid	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Galaxolid	940	< 360	540	270	450
Traesolid	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Tonalid	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	< 55
Moschus-Ambrette	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Moschus-Xylol	n.n.	n.n.	26	33	n.n.
Moschus-Mosken	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Moschus-Tibeten	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Moschus-Keton	n.n.	n.n.	< 11	< 10	n.n.
NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]
Cashmeran	13	18	18	14	11
Celestolid	27	36	35	27	22
Phantolid	20	27	26	20	16
Galaxolid	130	180	180	140	110
Traesolid	27	36	35	27	22
Tonalid	33	45	44	34	27
Moschus-Ambrette	7.0	9.0	9.0	7.0	5.0
Moschus-Xylol	7.0	9.0	9.0	7.0	5.0
Moschus-Mosken	3.0	5.0	4.0	3.0	3.0
Moschus-Tibeten	27	36	35	27	22
Moschus-Keton	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]
Cashmeran	27	36	35	27	22
Celestolid	54	72	70	54	44
Phantolid	40	54	53	41	33
Galaxolid	270	360	350	270	220
Traesolid	54	72	70	54	44
Tonalid	67	90	88	68	55
Moschus-Ambrette	13	18	18	14	11
Moschus-Xylol	13	18	18	14	11
Moschus-Mosken	7.0	9.0	9.0	7.0	5.0
Moschus-Tibeten	54	72	70	54	44
Moschus-Keton	10	11	11	10	11

alle Ergebnisse	S 0505 2005	S 0505 2006
in ng/l	M59	M60
Cashmeran	n.n.	n.n.
Celestolid	n.n.	n.n.
Phantolid	n.n.	n.n.
Galaxolid	n.n.	490
Traesolid	n.n.	n.n.
Tonalid	n.n.	76
Moschus-Ambrette	n.n.	n.n.
Moschus-Xylol	n.n.	< 12
Moschus-Mosken	n.n.	n.n.
Moschus-Tibeten	n.n.	n.n.
Moschus-Keton	n.n.	n.n.
	NG [ng/l]	NG [ng/l]
Cashmeran	12	12
Celestolid	24	23
Phantolid	18	17
Galaxolid	120	120
Traesolid	24	23
Tonalid	30	29
Moschus-Ambrette	6.0	6.0
Moschus-Xylol	6.0	6.0
Moschus-Mosken	3.0	3.0
Moschus-Tibeten	24	23
Moschus-Keton	5.0	5.0
	BG [ng/l]	BG [ng/l]
Cashmeran	24	23
Celestolid	48	46
Phantolid	36	35
Galaxolid	240	230
Traesolid	48	46
Tonalid	60	58
Moschus-Ambrette	12	12
Moschus-Xylol	12	12
Moschus-Mosken	6.0	6.0
Moschus-Tibeten	48	46
Moschus-Keton	11	10

Datum

für den Inhalt verantwortlich

21. Juni 2005

Dr. Gundi Lorbeer
AL Abt. Persistente Schadstoffe, Dioxine

Die auszugsweise Vervielfältigung dieses Prüfberichtes ist nur mit schriftlicher Genehmigung des Prüflabors erlaubt.

Künstliche Moschusduftstoffe sind in einer Vielzahl von kosmetischen Mitteln, Reinigungsmitteln und anderen Konsumprodukten enthalten. Nach ihrer Verwendung gelangen diese Stoffe ins Abwasser und reichern sich, aufgrund ihrer Eigenschaften, in Sedimenten und Lebewesen an. Durch tägliche Verwendung der Produkte kommt es zu einer Aufnahme in den menschlichen Körper. Ziel der Studie war es, die Belastung von Frauen der Generation 50+, als möglicherweise höher belastete Bevölkerungsgruppe zu untersuchen. Blutproben wurden auf die wichtigsten Moschusduftstoffe untersucht. Um Kenntnisse über mögliche Zusammenhänge zwischen Verbraucherverhalten und Ernährungsgewohnheiten zu gewinnen, wurde ein Fragebogen entwickelt und statistisch ausgewertet. Darüber hinaus bietet die Studie eine Zusammenstellung der aktuellen Publikationen und wissenschaftlichen Bewertungen.

**Bestelltelefon:
01/711 00-4700**