



**Institut für
Umwelthygiene**

umweltbundesamt^U

HUMANBIOMONITORING VON MOSCHUSDUFTSTOFFEN

**Endbericht an das Bundesministerium
f. Gesundheit und Frauen Sektion IV**

Projektleitung

Umweltbundesamt Wien, Terrestrische Ökologie, Dr. Robert Sattelberger

Analytik

Umweltbundesamt Wien, Umweltanalytik, Dr. Gundi Lorbeer, Ing. Hartl Werner

Probenahme, Fragebogen, Statistik, Kapitel 5 - 8

Institut für Umwelthygiene der Universität Wien, Dipl. Ing. Dr. med. Hans-Peter Hutter

Mitarbeit

Dr. Maria Uhl, Terrestrische Ökologie, Umweltbundesamt Wien

INHALTSVERZEICHNIS

<u>KURZFASSUNG</u>	7
1 EINFÜHRUNG SYNTHETISCHE MOSCHUSDUFTSTOFFE	10
1.1 Beschreibung der untersuchten Substanzen	10
1.2 Verwendung und Produktion	11
1.3 Vorkommen	12
1.3.1 Abwasser- und Klärschlammuntersuchungen in der Pilotkläranlage der EbS.	12
1.3.2 Untersuchung von Abwässern und Grundwasserkörpern auf ausgewählte Reinigungsmittel- und Kosmetikwirkstoffe in Ostösterreich	13
1.3.3 Blutkonzentration von polyzyklischen und Nitromoschusverbindungen bei deutschen Probanden.	14
1.3.4 Synthetischen Moschusverbindungen in Frauenmilch.....	14
1.3.5 Hintergrundbericht Moschusverbindungen	15
(Ospar Background Document on Musk Xylene and other Musks)	15
2 AUFNAHMEPFADE BEIM MENSCHEN	17
3 VERHALTEN UND VERBLEIB IN DER UMWELT	18
4 TOXIKOLOGISCHE EIGENSCHAFTEN	19
4.1 Aquatische Toxizität	19
4.2 Säugertoxizität - Humantoxizität.....	21
4.3 Hormonelle Wirkung.....	23
4.4 Wissenslücken	23
5 DURCHFÜHRUNG DES HUMANBIOMONITORING	24
5.1 Methodik und Studiendesign	24
5.2 Untersuchungsablauf	24
5.3 Fragebogenaufbau.....	25
5.4 Auswertung	25
6 ERGEBNISSE DES HUMANBIOMONITORING	26
6.1 Analyse der Moschusverbindungen	26
6.2 Untersuchungskollektiv	27
6.3 Beschreibung der Häufigkeiten bezüglich Verwendung von Kosmetika und Reinigungsmitteln.....	27
6.4 Beschreibung der Ernährungsgewohnheiten	28
6.5 Hauttyp	29
6.5.1 Kosmetika und Reinigungsmittel	30
6.5.2 Verwendung von speziellen, bevorzugten Kosmetika	31
6.5.3 Ernährung	31

6.5.4	Alter und Geschlecht.....	32
6.5.5	Körpermasse, Subskapularfaltendicke, BMI und Körperoberfläche.....	32
7	INTERPRETATION DER ERGEBNISSE DES HUMANBIOMONITORINGS	33
7.1	Belastung der Probanden.....	33
7.2	Identifizierung etwaiger Quellen und Risikofaktoren.....	33
7.2.1	Bewertung einzelner Ergebnisse.....	34
7.2.2	Toxikologische Bewertung	34
8	ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE DES HUMANBIOMONITORINGS.....	36
9	LITERATURVERZEICHNIS	37
10	ANHANG:	40
10.1	Fragebogen	40
10.2	Prüfbericht – Nr. 0302/17:	
	Bestimmung von Moschusverbindungen in Humanblut	

KURZFASSUNG

Problemstellung:

Unter den Begriff „Synthetische Moschusduftstoffe“ werden die Nitromoschus-Verbindungen (NM) und die polyzyklischen Moschusverbindungen (PM) zusammengefasst. Die NM gehören chemisch zu den Nitroaromaten, die PM weisen substituierte Indan- und Tetralin-Strukturen auf.

Die hier genannten Moschusduftstoffe werden weltweit in großem Umfang verwendet und in Kosmetika (z.B.: Shampoos, Seifen, Duftölen, Parfums) und Reinigungsmitteln (Waschmitteln, Weichspülern, Haushaltsreinigern) eingesetzt. Aus dem Anwendungsprofil ergibt sich, dass die gesamte Bevölkerung Österreichs potenziell exponiert ist und auch mit Gewässerbelastungen via Kläranlagen zu rechnen ist.

Von den NM-Stoffen werden in Kosmetika im wesentlichen Moschus-Keton, in Waschmitteln und Seifen vor allem Moschus-Xylol eingesetzt. Die wichtigsten PM in Handelsprodukten sind Galaxolid (HHCB) und Tonalid (AHTN), die in den letzten Jahren zunehmend die NM-Verbindungen ersetzen.

Die akute Säugertoxizität beider Substanzgruppen ist gering. Ihre lipophilen Eigenschaften führen jedoch zu einer Anreicherung im Fettgewebe von Mensch und Tier.

Die NM-Verbindungen Moschus Ambrette, Moschus Tibeten und Mosken sowie die PM-Verbindung AETT (Versalide) dürfen gemäß den EU-Verordnungen (95/34/EEC, 98/62/EC u. 2000/11/EC) nicht mehr in Kosmetika verwendet werden. Die Gründe für dieses Verbot waren der Verdacht auf Kanzerogenität sowie phototoxische Effekte. Im Tierversuch wurden bei Langzeitstudien auch für Moschus-Xylol Hinweise auf eine mögliche Kanzerogenität gefunden. Neurotoxische, mutagene und reproduktionstoxische Wirkungen der Moschusduftstoffe werden in der Fachliteratur ebenfalls diskutiert. Neueste Berichte bestätigen, dass Moschus Xylol und Moschus Tiben kanzerogenes Potential aufweisen, wobei ein nicht-gentoxischer Mechanismus für die Kanzerogenität dieser Verbindungen in Betracht gezogen wird (APOSTOLIDIS et al., 2002).

1999 publizierte das „Scientific Committee on Cosmetic Products and Non-Food Products“ (SCCNFP, ein wissenschaftliches Komitee bei der Europäischen Kommission) eine Risikobeurteilung, in der Moschus Xylol und Moschus Keton in Kosmetika, bei einer maximalen täglichen dermalen Aufnahme von 10 µg/kg/Tag Moschus Xylol bzw. 14 µg/kg/Tag Moschus Keton, keine Gefahr für den Menschen darstellen. Die geschätzten dermalen Aufnahmeraten liegen allerdings laut dieser Studie derzeit bei > 20,7 µg/kg/Tag für Moschus Xylol und 28 µg/kg/Tag für Moschus Keton.

Weiters wurden im Jahr 2002 vom SCCNFP auch die „Polyzyklischen Moschusverbindungen“ AHTN (Tonalid) und HHCB (Galaxolid) bewertet. Die tägliche Exposition von ATHN (Tonalid) - aus Kosmetika - wird im Report SCCNP/0609/02 mit 340,8 µg/kg/Tag angegeben. Der „Margin of Safety“ (NOAEL x 1000/SED) beträgt 733. AHTN-Konzentrationen in Kosmetika bis max. 12 % können somit als „sichere Verwendung“ angesehen werden. Für HHCB (Galaxolid) ergibt sich eine tägliche Exposition aus Kosmetika von 852,6 µg/kg/Tag. Der „Margin of Safety“ (NOAEL x 1000/SED) beträgt 58.823. HHCB wird in Kosmetika ohne Konzentrations-Begrenzungen als sicher für den Menschen angesehen (SCCNPF/0610/02).

Bei der Risikobeurteilung des SCCNFP wurden zusätzliche dermale, inhalative und orale Kontaminationsquellen, wie diverse Haushaltschemikalien, Luftverbesserer, Duftkerzen, Räucherstäbchen sowie Lebensmitteln (z. B. Fische) nicht berücksichtigt.

Darüber hinaus besteht der Verdacht, dass NM- und PM-Verbindungen hormonelle (östrogene) Eigenschaften aufweisen könnten (BITSCH et al., 2002, CHOU & DIETRICH, 1999, SEINEN et al., 1999).

Ziel und Zweck der Studie:

Die vom Umweltbundesamt gemeinsam mit dem Institut für Umwelthygiene der Universität Wien durchgeführte Pilotstudie hatte folgende Ziele:

- Entwicklung einer zur Erfassung von Hintergrundbelastungen im Blut geeigneten Analyse-methode
- Erfassung und statistische Beschreibung der Hintergrund-Belastung einer ausgesuchten Population (junge Erwachsene) mit Moschusduftstoffen
- Identifizierung von möglichen Belastungspfaden

Es handelte sich hierbei um eine deskriptive epidemiologische Querschnitts-Untersuchung an gesunden jungen Probanden. Die Untersuchung wurde im Jahr 2002 durchgeführt. Neben der chemischen Analyse des Blutserums (Humanbiomonitoring) wurden Expositionsindikatoren mittels Fragebogen erhoben.

Das primäre Ziel der Untersuchung war festzustellen, ob bei Exposition Moschusduftstoffe im Blut nachweisbar sind. Zusätzlich wurde zur Identifizierung etwaiger Quellen ein Fragebogen mit Expositionsindikatoren entwickelt. Abgefragt wurden vorwiegend Ernährungs-Gewohnheiten und die Verwendung von Kosmetika i.w.S. Der Erhebungsbogen wurde im Vorfeld mit der Projektleitung des Umweltbundesamtes sowie mit dem Auftraggeber diskutiert und abgestimmt.

Analyten und Durchführung der Untersuchungen

Das Humanbiomonitoring umfasste folgende synthetische Moschusduftstoffe:

Nitromoschusverbindungen (CAS Nr.): Moschus-Ambrette (83-66-9), Moschus-Keton (81-14-1), Moschus-Mosken (116-66-5), Moschus-Tibeten (145-39-1), Moschus-Xylol (81-15-2)

Polyzyklische Moschusverbindungen (CAS Nr.): Cashmeran (33704-61-9), Celestolid (13171-00-1), Galaxolid (1222-05-5), Phantolid (15323-35-0), Tonalid (1506-02-1), Traesolid (68140-48-7)

In der Studie wurden 100 freiwilligen Probanden (MedizinstudentInnen am Institut für Umwelthygiene der Universität Wien) Blutproben aus der Armvene entnommen. Da es sich um einen invasiven Eingriff handelte, wurde eine Bewilligung der Durchführung der Studie durch die Ethik-Kommission der medizinischen Fakultät der Universität Wien und des Wiener Allgemeinen Krankenhauses eingeholt. Das den Probanden (Durchschnittsalter 25,5; Bereich 19-43 Jahre) entnommene heparinisierte Blut wurde in den Abnahmeröhrchen bis zur zu ihrer Aufarbeitung bei -80°C eingefroren. Die Probengewinnung und auch die ersten Schritte der Probenaufbereitung (Zugabe des deuterierten Surrogate Standards, Ausfällen des Eiweißes mit Acetonitril, Extraktion der Probe mit n-Heptan) und die epidemiologische Auswertung erfolgte am Institut für Umwelthygiene. Die weitere Probenvorbereitung (Extraktreinigung mittels Säulenchromatographie über Kieselgel und AlOx) und die gaschromatographische Endbestimmung mittels GC/MS NCI (Negativ Chemischer Ionisation) wurde am Umweltbundesamt durchgeführt. Die Analysenmethode wurde am Umweltbundesamt für die gegenständliche spezielle Matrix „Humanblut“ entwickelt und validiert. Diese Methode ermöglicht sehr niedrige Bestimmungsgrenzen.

Ergebnisse:

Von den elf analysierten synthetischen Moschusverbindungen waren vier im Blut mehrerer Probanden nachweisbar: Moschus-Keton in 17%, Moschus-Xylol in 79%, Galaxolid in 91% und Tonalid in 17% der Fälle. Konzentrationen über 100 ng/l wurden jedoch nur bei Galaxolid und Tonalid festgestellt. In zwei Fällen wurde Moschus-Ambrette gefunden, wobei in einem Fall der Wert die Bestimmungsgrenze überschritten hat. Bei dieser Probandin konnte in der Anamnese die Verwendung von kosmetischen Produkten ausschließlich eines Herstellers ermittelt werden.

Die Zusammenhänge der Konzentration an Moschusverbindungen im Blut mit dem Verbraucherverhalten waren nicht eindeutig, was darauf zurückzuführen sein könnte, dass die verwendeten Produkte sehr unterschiedliche Gehalte an Moschusverbindungen aufweisen und die Häufigkeit der Verwendung einer Produktgruppe allein noch keine Aussage über die Exposition zulässt. Am deutlichsten waren die Zusammenhänge mit der Häufigkeit des Einsatzes von Körpercremes. Kein Zusammenhang konnte mit dem Ernährungsverhalten gefunden werden. Obwohl synthetische Moschusverbindungen in Fischprodukten nachgewiesen wurden, dürfte der orale Aufnahmeweg von untergeordneter Bedeutung sein.

Die maximalen Konzentrationen an Moschusduftstoffen im Blut lagen im Bereich weniger Mikrogramm pro Liter. Dabei waren diese Konzentrationen hauptsächlich auf polyzyklische Verbindungen zurückzuführen, die zwar gegenüber einigen Nitromoschusverbindungen toxikologisch „günstiger“ bewertet werden, deren langfristigen Wirkungen aber derzeit nur beschränkt beurteilt werden können. Insgesamt liegen jedoch die gemessenen Konzentrationen mehrere Größenordnungen unter Werten die toxische Wirkungen (laut Literatur) gezeigt haben.

1 EINFÜHRUNG SYNTHETISCHE MOSCHUSDUFTSTOFFE

1.1 Beschreibung der untersuchten Substanzen

Unter den Begriff „Synthetischen Moschusduftstoffe“ werden die Nitromoschusverbindungen (NM) und die polyzyklischen Moschusverbindungen (PM) zusammengefasst. Die NM gehören chemisch zu den Nitroaromaten - PM haben substituierte Indan- und Tetralin-Strukturen.

Tabelle 1: Bezeichnung der Nitromoschusverbindungen

Trivialname	Chemische Bezeichnung	CAS-Nr.
Moschus-Xylol	1-tert-Butyl-3,5-dimethyl-2,4,6-trinitrobenzol	81-15-2
Moschus-Keton	1-tert-Butyl-3,5-dimethyl-2,6-dinitro-4-azethylbenzol	81-14-1
Moschus-Tibeten	1-tert-Butyl-3,4,5-trimethyl-2,6-dinitrobenzol	145-39-1
Moschus-Ambrette	1-tert.-Butyl-2-methoxy-4-methyl-3,5-dinitrobenzol	83-66-9
Moschus-Mosken	2,3-dihydro-1,1,3,3,5-Pentamethyl-4,6-dinitroindan	116-66-5

Strukturformeln der Nitromoschusverbindungen:

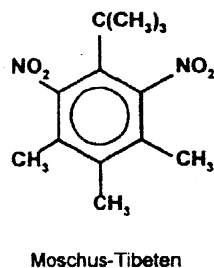
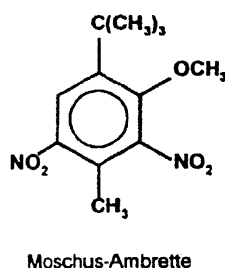
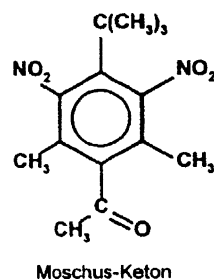
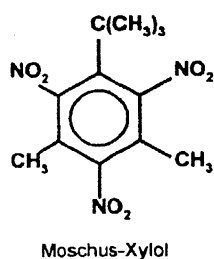
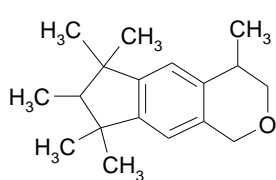


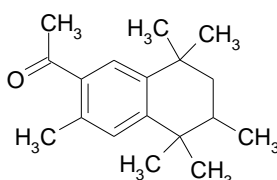
Tabelle 2: Bezeichnung der Polyzyklischen Moschusverbindungen

Abkürzungen	Chemische Bezeichnung	Handelsname	CAS-Nr.
HHCB	1,3,4,6,7,8-Hexahydro-4,6,6,7,8,8-hexamethylcyclopenta-(g) 2- benzopyran	Galaxolid, Abbalid	1222-05-5
AHTN	7-Acetyl-1,1,3,4,4,6-hexamethyl-tetralin	Tonalid, Fixolid	1506-02-1
ADBI	4-Acetyl-1,1-dimethyl-6-tert.-butylindan	Celestolid, Crysolid	13171-00-1
AHMI	6-Acetyl-1,1,2,3,3,5-hexamethyl-indan	Phantolid	15323-35-0
ATII	5-Acetyl-1,1,2,6-tetramethyl-3-isopropyl-dihydroindan	Traesolide	68140-48-7
DPMI	6,7-Dihydro-1,12,3,3-pentamethyl-4(5H)indanon	Cashmeran	33704-61-9

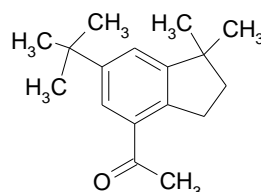
Strukturformeln der Polyzyklischen Moschusverbindungen:



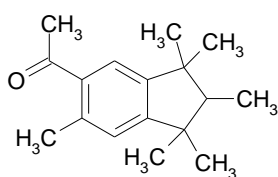
HHCB (Galaxolid)



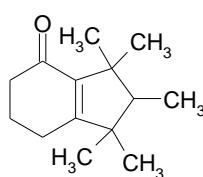
AHTN (Tonalid)



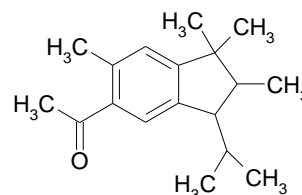
ADBI (Celestolid)



AHMI (Phantolid)



DPMI (Cashmeran)



ATII (Traesolid)

1.2 Verwendung und Produktion

Diese Substanzen werden weltweit in großem Umfang verwendet und in Kosmetika (Shampoos, Seifen, Duftöle, Parfums) und Reinigungsmitteln (Waschmittel, Weichspüler, Haushaltsreiniger, Geruchsverbesserer) eingesetzt.

Von den NM-Stoffen wird in Kosmetika im wesentlichen Moschus-Keton, in Waschmitteln und Seifen vor allem Moschus-Xylol eingesetzt (BAUER, 1998; OSPAR, 2000). Moschus-Ambrette, Moschus-Mosken und Moschus-Tibeten ist in Handelsprodukten kaum noch nachweisbar, da diese Verbindungen europaweit in Kosmetika verboten sind. Die wichtigsten PM in Handelsprodukten sind Galaxolid (HHCB) und Tonalid (AHTN).

1996 wurden weltweit ca. 8.000 t synthetische Moschusduftstoffe produziert. Davon entfielen etwa 70 % auf die PM (HHCB, AHTN) und 25 % auf NM (Xylol, Keton) (DGE, 2000).

Tabelle 3: Verwendung von NM (Tonnen) in Europa

Jahr	Moschus Xylol	Moschus Keton	Moschus Mosken	Moschus Tibeten
1992	174	124	-	-
1995	110	61	5	0,8
1998	86	40	-	-

Quelle: OSPAR Background Document on Musk Xylene and other Musks (2000)

Tabelle 4: Verwendung von PM (Tonnen) in Europa

Jahr	HHCB	AHTN	ADBI	AHMI	AITI
1992	2.400	885	-	-	-
1995	1.482	585	34	50	40
1998	1.473	385	18	19	2

Quelle: OSPAR Background Document on Musk Xylene and other Musks (2000)

1.3 Vorkommen

Von den Moschusverbindungen ist bekannt, dass sie sich in verschiedenen Umweltmedien (Klärschlamm, Sediment), im tierischen und menschlichen Fettgewebe und in der Muttermilch anreichern können. Über das Ausmaß der Human- und Umweltbelastungen wurden bereits zahlreiche internationale Studien und Analysenberichte publiziert (OSPAR, 2000).

NM und PM wurden vor allem in Süßwasserfischen (FROMME, 1999; OTT, 1999) und Meerestieren, in Humanfett, Frauenmilch, humanem Blut, teilweise in erheblichen Mengen, nachgewiesen. Die Rückstandsgehalte in Frauenmilch sind direkt vergleichbar mit den Gehalten in Humanfett und Humanblut.

In Lebensmitteln aus dem terrestrischen Bereich (Milch, Eier, Käse) wurden bis auf sehr wenige Ausnahmen keine NM gefunden. Erhöhte Werte wurden z. B. in Regenbogenforellen aus Teichwirtschaften nachgewiesen (DGE, 2000).

Humanspezifische Untersuchungen in der Muttermilch und im Humanblut wurden vor allem in Deutschland durchgeführt.

1.3.1 Abwasser- und Klärschlammuntersuchungen in der Pilotkläranlage der EbS.

(Quelle: Umweltbundesamt Wien, Monografie 121 (2000))

Bei einer Bestimmungsgrenze von 10 ng/l (0,01 µg/l) konnten vor allem die Nitroaromaten Moschus-Keton und Moschus-Xylol, im Zu- und Ablauf der Pilot-Kläranlage der EBS-Wien quantifiziert werden. Dieser Befund zeigt, dass diese beiden Substanzen auch in Österreich derzeit die relevanten NM sind. PM wurden in dieser Untersuchung nicht analysiert.

Moschus-Keton wurde in der untersuchten Kläranlage offensichtlich nicht abgebaut. Der Median (n = 4) im Zu- und Ablauf ist etwa gleich - nämlich 0,053 bzw. 0,052 µg/l. Moschus-Xylol konnte im Ablaufwasser nicht oder nur mehr in Konzentrationen < BG nachgewiesen werden. Es ist anzu-

nehmen, dass in der Kläranlage auch eine Metabolisierung von Moschus-Keton bzw. Moschus-Xylol erfolgt. Als wichtigste Metaboliten wurden 4-Amino-Moschus Xylol und 2-Amino-Moschus Keton identifiziert (RIMKUS, 1998). Dies wäre bei der Beurteilung der Ablaufkonzentrationen von Nitromoschusverbindungen zu beachten.

In einer Studie aus Deutschland (ESCHKE et al., 1994), in der die Zu- und Abläufe von 25 kommunalen Kläranlagen auf Nitromoschusverbindungen untersucht wurden, konnten ebenfalls nur Moschus-Xylol und Moschus-Keton nachgewiesen werden (BG: 0,02 µg/l). Die Ablaufkonzentrationen von Moschus-Xylol lagen im Bereich von 0,03 bis 0,31 µg/l, die von Moschus-Keton zwischen 0,22 und 1,3 µg/l.

1.3.2 Untersuchung von Abwässern und Grundwasserkörpern auf ausgewählte Reinigungsmittel- und Kosmetikwirkstoffe in Ostösterreich

(Quelle: HOHENBLUM, P.; SCHARF, S.; VOGEL, B. (2001): Vom Wasser, 97, 33-44)

Tabelle 5.: Messergebnisse der Polyzyklischen Moschusverbindungen - Vorkommen in Grund- und Abwasserproben

Untersuchte Parameter	Ort der Probenahme		Dim.	Proben >BG	Min.	Max.	MW	Median
DPMI n = 7 / 22	Grundwasser	unbelastet	ng/l	0	n.n.	n.n.	---	---
		belastet	ng/l	0	n.n.	n.n.	---	---
DPMI n = 6 / 6	Abwasser	Zulauf	ng/l	3	n.n.	717	186	18
		Ablauf	ng/l	1	<17	30	---	---
ADBI n = 7 / 22	Grundwasser	unbelastet	ng/l	0	n.n.	<12	---	---
		belastet	ng/l	0	n.n.	<12	---	---
ADBI n = 6 / 6	Abwasser	Zulauf	ng/l	6	13	83	44	37
		Ablauf	ng/l	1	<12	18	---	---
AHMI n = 7 / 22	Grundwasser	unbelastet	ng/l	0	n.n.	<7	---	---
		belastet	ng/l	3	n.n.	11	---	---
AHMI n = 6 / 6	Abwasser	Zulauf	ng/l	5	n.n.	3.500	1.180	516
		Ablauf	ng/l	1	<7	7	---	---
ATII n = 7 / 22	Grundwasser	unbelastet	ng/l	0	n.n.	<5	---	---
		belastet	ng/l	5	n.n.	13	---	---
ATII n = 6 / 6	Abwasser	Zulauf	ng/l	6	69	391	192	188
		Ablauf	ng/l	5	<5	26	11	8
HHCB n = 7 / 22	Grundwasser	unbelastet	ng/l	0	n.n.	<9	---	---
		belastet	ng/l	18	n.n.	198	64	42
HHCB n = 6 / 6	Abwasser	Zulauf	ng/l	6	806	2.520	2.000	2.190
		Ablauf	ng/l	6	174	526	316	259
AHTN n = 7 / 22	Grundwasser	unbelastet	ng/l	0	n.n.	<18	---	---
		belastet	ng/l	16	n.n.	226	72	36
AHTN n = 6 / 6	Abwasser	Zulauf	ng/l	6	352	1.520	947	958
		Ablauf	ng/l	5	n.n.	227	119	104

NG: Nachweisgrenze (qualitativ), BG: Bestimmungsgrenze (quantitativ)

DPMI: NG=5, BG=17, ADBI: NG= 3, BG= 12, AHMI: NG=2, BG=7, ATII: NG=2, BG=5, HHCB: NG=2, BG=9, AHTN: NG=4, BG=18

Vier der sechs untersuchten polyzyklischen Moschusverbindungen (HHCB, AHTN, ATII und ADBI) wurden in allen Zuläufen oberhalb der Bestimmungsgrenze detektiert, AHMI nur in fünf, DPMI in drei Zulaufproben. AHTN (Median: 958 ng/l) und HHCB (Median 2.190 ng/l) waren die am mengenmäßig bedeutendsten PM im Zulauf der Kläranlage.

In den Ablaufproben wurde AHMI, ADBI und DPMI in jeweils einer der sechs untersuchten Ablaufproben bestimmt. HHCB wurde in allen Proben größer der Bestimmungsgrenze nachgewiesen,

AHTN und ATII in jeweils fünf Proben. Die Eliminierung der Substanz aus dem Abwasser durch Abbau bzw. durch Adsorption am Primär- und Belebtschlamm ist deutlich zu erkennen. Die Medianwerte (bzw. das 50. Perzentil) liegen im Bereich von einem Zehntel der Zulaufkonzentrationen. Daher gelangen diese Verbindungen durch das gereinigte Abwasser in die Umwelt.

Dies bestätigt sich bei der Betrachtung der beeinflussten Grundwässer. In einigen belasteten Proben wurde AHMI und ATII zwar in Konzentrationen über der Bestimmungsgrenze nachgewiesen, jedoch lag deren Maximum bei 11 bzw. 13 ng/l. HHCB und AHTN wurden in mehr als der Hälfte der untersuchten beeinflussten Proben analysiert. Ihre Medianwerte lagen bei 42 ng/l bzw. bei 36 ng/l, die Maxima bei 198 ng/l bzw. bei 226 ng/l.

Im unbeeinflussten Grundwasser wurde keines der polyzyklischen Moschusverbindungen oberhalb der jeweiligen Bestimmungsgrenze detektiert.

1.3.3 Blutkonzentration von polyzyklischen und Nitromoschusverbindungen bei deutschen Probanden.

(Quelle: BAUER, K & FRÖSSL, CH. (1999): *umwelt-medizin-gesellschaft* 12(3/99): 235- 237)

Von 413 zufällig ausgesuchten Probanden (85 Männer und 328 Frauen) wurde Heparinblut gewonnen. Mittels GS-MS (nach Festphasenextraktion und Einengung) wurden Galaxolid (HHCB), Tonalid (AHTN), Nitro-Moschus-Xylol und Nitro-Moschus-Keton bestimmt.

Polymoschusverbindungen: Der Mittelwert für Galaxolid lag bei 722 ng/l, derjenige für das Tonalid bei 274 ng/l. Die Werte für Männer und Frauen unterschieden sich nur unwesentlich.

Nitromoschusverbindungen: Mittelwert für Moschus-Xylol: 88 ng/l; Mittelwert für Moschus-Keton: 69 ng/l.

1.3.4 Synthetischen Moschusverbindungen in Frauenmilch

(Quelle: *Ernährungsbericht 2000 (DGE, 2000), Kapitel 6.4.2: Synthetische Moschusverbindungen. Seite: 202-207*)

Tabelle 6: Konzentrationen an synthetischen Moschusverbindungen in Frauenmilch (mg/kg Fett). Daten von Deutschland, aus dem Jahr 1997

Kenndaten	Moschus-Xylol	Moschus-Keton	HHCB	AHTN
Probenzahl (n)	502	318	126	126
Mittelwert	0,014	0,010	0,039	0,036
Median	0,008	0,005	0,030	0,030
95%-Perzentile	0,04	0,031	0,090	0,059

Quelle: DGE, 2000

1.3.5 Hintergrundbericht Moschusverbindungen

(Ospar Background Document on Musk Xylene and other Musks)

(Quelle: OSPAR COMMISSION 2000 (OSPAR, 2000))

Einen ausgezeichneten Hintergrundbericht zur Problematik der Moschusverbindungen wurde im Auftrag der OSPAR Commission (Oslo and Paris Commission) von der Schweiz 1999/2000 verfasst. Nachfolgende Tabellen wurden im Original direkt diesem Bericht entnommen.

Tabelle 7: Konzentrationen von NM und PM in menschlicher Muttermilch, Fettgewebe und Blut (Concentrations on a lipid basis, in mg/kg lipid except blood samples in mg/l plasma)

Human Sample/Location	n	year	Musk xylene	Musk ketone	Other nitro musks	HHCB	AHTN	Other poly-cyclic musks	Reference
Breast milk (Southern Bavaria, Germany)	391	91/92	med.: 70 10-1 220 90%: 210	med.: 30 <10-240 90%: 80	musk ambrette: med.: 30 <10-290 90%: 70				Liebl & Ehrentorfer 1993
Breast milk (Schleswig-Holstein, Germany)	23	92/93	med.: 60 20-190	med.: 20 10-90	musk tibetene: all: <10 (d.l.)				Rimkus <i>et al.</i> 1994
Breast milk (Schleswig-Holstein, Germany)	5	93/95	med.: 30 10-30			med.: 37 16-108	med.: 22 11-58	ADBI: med.: 6 1-18 AHMI, AITI, AETT: < d.l (all)	Rimkus & Wolf 1996
Breast milk (Essen, Germany)	2	...	29-56	med.: 10 5-15		310-360	250-290	ADBI: 20-24	Eschke <i>et al.</i> 1995b in Rimkus 1997
Breast milk (Middle Hesse, Germany)	55	1995	mean: 57 11-252 75%: ≈65	mean: 20 <1-102 75%: ≈25					Ott <i>et al.</i> 1999 in Rimkus 1998
Adipose tissue (Essen, Germany)	2	...	26-80	4-5		145-149	56-72	ADBI: 3-9	
Adipose tissue (Switzerland)	4	1983/ 1984	med.: 26,5 13-59	med.: 4,5 4,2-40	musk ambrette: med.: 12,5 <1-67 others ¹ : < 1	med.: 15,5 12-93	med.: 8,6 1,9-12	ADBI: med.: 0,95 0,22-3,4	Müller <i>et al.</i> 1996
Adipose tissue (Switzerland)	11	1994	med.: 36 6,7-288	med.: 5,8 <1-173	musk ambrette: 18 (1/11) ² musk moskene: <1-42 (4/11) ² musk tibetene: all: < 1 (d.l.)	med.: 69 12-171	med.: 5,1 1,0-23	ADBI: med.: 0,57 0,12-3,5	

Human Sample/Location	n	year	Musk xylene	Musk ketone	Other nitro musks	HHCB	AHTN	Other poly-cyclic musks	Reference
Human Sample/Location	n	year	Musk xylene	Musk ketone	Other nitro musks	HHCB	AHTN	Other poly-cyclic musks	Reference
Adipose tissue samples from females (Germany)	13	1992	med.: 60 20-220	med.: 20 10-220	musk tibetene: all: <10 (d.l.)				Rimkus <i>et al.</i> 1994
Adipose tissue samples from males (Germany)	19	1993	med.: 50 20-90	med.: 20 10-30	musk tibetene: all: <10 (d.l.)				
Adipose tissue (Schleswig-Holstein, Germany)	14	93/95	med.: 20 5-50	med.: 7,5 5- 30		med.: 78,5 28-189	med.: 18,5 8-33	ADBI: med.: 2 (<1-3) AHMI: 1-5 (8/14) ² ATTI: 8-10 (4/14) ²	Rimkus & Wolf 1996
Blood (Germany)	72	...	mean: 0,31 0,05-1,12						Käfferlein <i>et al.</i> 1997
Blood (fish consumer, once per week)	24	...	mean: 0,33 0,05-1,12						
Blood samples from males (Germany)	85	1998	mean: 0,077 95%: 0,158	mean: 0,067 95%: 0,181	musk ambrette: all: <0,02 (d.l.)	mean: 0,764 95%: 1,51	mean: 0,340 95%: 0,69		Bauer & Fröschl 1999
Blood samples from females (Germany)	328	1998	mean: 0,091 95%: 0,243	mean: 0,072 95%: 0,186		mean: 0,713 95%: 1,74	mean: 0,257 95%: 0,63		
Blood (Switzerland)	11	...	0,07-0,27						Helbling <i>et al.</i> 1994

Notes:

- 1 musk moskene, musk tibetene
- 2 Frequency of detection
- d.l. = detection limit

2 AUFNAHMEPFADE BEIM MENSCHEN

Beim Menschen ist der wichtigste Aufnahmepfad die perkutane/dermale Absorption. Auch der alimentäre, inhalative und transplazentare Aufnahmepfad ist zu beachten - die Bedeutung dieser Kontaminationspfade ist jedoch noch nicht vollständig geklärt.

Insbesondere der inhalative Aufnahmeweg von NM und PM wurde durch entsprechende Analysen von Innenraum-Luftproben bereits bestätigt (KALLEBORN et al., 1999).

In den letzten Jahren wird seitens der Industrie zunehmend von NM- auf die PM-Verbindungen umgestellt.

Die NM-Verbindungen Moschus Ambrette, Moschus Tibetene und Moskene sowie die PM-Verbindung AETT (Versalide) dürfen allerdings gemäß den EU-Verordnungen (95/34/EEC, 98/62/EC u. 2000/11/EC) nicht mehr in Kosmetika verwendet werden.

1999 publizierte das „Scientific Committee on Cosmetic Products and Non-Food Products“ (SCCNFP) eine Risikobeurteilung, in der Moschus Xylol und Moschus Keton in Kosmetika, bei einer maximalen täglichen dermalen Aufnahme von 10 µg/kg/Tag Moschus Xylol bzw. 14 µg/kg/Tag Moschus Keton, keine Gefahr für den Menschen darstellen. Die geschätzten dermalen Aufnahmeraten liegen allerdings derzeit bei > 20,7 µg/kg/Tag für Moschus Xylol und 28 µg/kg/Tag für Moschus Keton. Nicht berücksichtigt wurden bei dieser Risikobeurteilung zusätzliche Kontaminationsquellen wie Waschmittel und Weichspüler sowie die Toxizität der Aminometaboliten und mögliche endokrine Effekte.

Im Jahr 2002 wurden vom Scientific Committee on Cosmetic Products and Non-Food Products“ (SCCNFP) die „Polyzyklischen Moschusverbindungen“ AHTN (Tonalid) und HHCB (Galaxolid) bewertet. Die tägliche Exposition von AHTN (Tonalid) - aus Kosmetika - wird im Report SCCNP/0609/02 mit 340,8 µg/kg/Tag angegeben. Der „Margin of Safety „ (NOAEL x 1000/SED) beträgt 733. AHTN-Konzentrationen in Kosmetika bis max. 12 % können somit als „sichere Verwendung“ angesehen werden. Für HHCB (Galaxolid) ergibt sich eine tägliche Exposition aus Kosmetika von 852,6 µg/kg/Tag. Der „Margin of Safety „ (NOAEL x 1000/SED) beträgt 58.823. HHCB wird in Kosmetika ohne Konzentrations-Begrenzungen als sicher für den Menschen angesehen (SCCNPF/0610/02).

3 VERHALTEN UND VERBLEIB IN DER UMWELT

Beide Substanzgruppen sind lipophil, persistent in der Umwelt und weisen ein hohes Bioakkumulationspotential auf. Die wichtigsten Metaboliten der Nitromoschusverbindungen sind die „Monoaminometaboliten“ 4-Amino-Moschus Xylol, 2-Amino-Moschus Keton bzw. 2-Amino-Moschus Xylol.

Die (polaren) Metaboliten der PM sind noch nicht (vollständig) identifiziert.

Die BCF-Werte (bezogen auf den ganzen Fisch und NGW) für Moschus-Keton bzw. -Xylol betragen 1.380 bzw. 1.600. Für AHTN werden BCF-Werte von 1.320 und für HHCB von 1.624 angegeben (OSPAR, 2000).

Die Abbau der NM zu den entsprechenden Monoaminometaboliten sowie die Adsorption am Klärschlamm sind die wichtigsten Eliminationsmechanismen in der Kläranlage. Moschus Keton wurde im Klärschlamm von 12 Schweizer Kläranlagen mit einem Mittelwert von 5,2 µg/kg TS, Moschus Xylol war in 11/12 Proben nicht nachweisbar. Die PM waren in weit höheren Konzentrationen (Mittelwert – HHCB (n = 12): 4.853 µg/kg TS; Mittelwert – AHTN (n = 12): 1.537 µg/kg TS) nachweisbar (HERREN & BERSET, 2000).

4 TOXIKOLOGISCHE EIGENSCHAFTEN

Die gesamte Stoffklasse erregte schon Ende der 70er Jahre wegen der neurotoxischen Wirkung eines Vertreters, nämlich die PM-Verbindung AETT Versalide Aufsehen (SPENCER, 1979) und stieß in letzter Zeit aufgrund ihres ubiquitären Vorkommens in der aquatischen Umwelt und ihres Bioakkumulationspotenzials auch in der Öffentlichkeit auf Interesse (MRASEK 1998). Die akute Säugertoxizität beider Substanzgruppen ist gering. Ihre lipophilen Eigenschaften führen jedoch zu einer Anreicherung im Fettgewebe von Mensch und Tier. Das Moschus-Ambrette wurde seitens der Industrie schon vor einigen Jahren vom Markt genommen. Die Ursachen waren der Verdacht einer kanzerogenen Wirkung sowie phototoxische Effekte. Im Tierversuch wurden bei Langzeitstudien auch für das Moschus-Xylol Hinweise auf eine mögliche Kanzerogenität gefunden (BAUER, 1998). Neueste Berichte bestätigen, dass Moschus Xylol und Moschus Tibeten kanzerogenes Potential aufweisen, wobei ein nicht- genotoxischer Mechanismus für die Kanzerogenität dieser Verbindungen in Betracht gezogen wird (APOSTOLIDIS et al., 2002). Neurotoxische, mutagene und reproduktionstoxische Wirkungen der Moschusverbindungen werden in der Literatur diskutiert (OSPAR, 2000).

Begriffsdefinitionen:

E(C)D50 (Effective Concentration 50) Dosis einer Substanz, an der 50 % der Versuchstiere von dem Effekt betroffen sind, wird auch anstatt LC 50 angegeben Konzentration: Substanz in Wasser, Luft (z.B. mg/l; mg/m³; Dosis: aufgenommene Menge einer Substanz auf Körpergewicht (KG) bezogen, z.B. mg/kg KG.

L(C)D50 (Lethal Concentration 50) Dosis einer Substanz, an der 50 % der Versuchstiere sterben. Konzentration: Substanz in Wasser, Luft (z.B. mg/l; mg/m³; Dosis: aufgenommene Menge einer Substanz auf Körpergewicht (KG) bezogen, z.B. mg/kg KG.

NOAEL (No Observeable Adverse Effect Level): (höchste) Konzentration bei der keine messbare Schädigung auftritt

NOEC (Predicted-No-Observeable-Effect-Concentration) Aufgrund von Modellbetrachtungen berechnete oder durch Messungen ermittelte Umweltkonzentration eines Stoffes bei der keine Schädigungen auftreten

PEC (Predicted Environmental Concentration) Aufgrund von Modellbetrachtungen berechnete oder durch Messungen ermittelte Umweltkonzentration eines Stoffes.

PNEC Predicted-no-effect-concentration Aufgrund von Modellbetrachtungen berechnete oder durch Messungen ermittelte Umweltkonzentration eines Stoffes bei der keine Schädigungen auftreten

SCCNFP: Scientific Committee on Cosmetic Products and Non-Food Products

4.1 Aquatische Toxizität

Moschus Mosken, Moschus Xylol, Moschus Keton und ihre Amino-Metaboliten sind für aquatische Organismen (Algen, Daphnien, Fische) toxisch. Die niedrigsten 21-Tage-NOEC-Werte liegen im Bereich von 0,063 mg/l (Fische) für Moschus Keton bzw. 0,056 mg/l (Daphnien) für Moschus Xylol. Die entsprechenden PEC/PNEC-Werte (Moschus Xylol, Moschus Keton) für aquatische Organismen und Sedimentbewohner sind gemäß OSPAR (2000) < 1, sodass mit keinem bis geringem Risiko für aquatische Organismen und Sedimentbewohner zu rechnen ist.

Tabelle 8: Aquatische Toxizität der NM-Verbindungen

	Bakterien	Algen	Krebstiere	Fische
Moschus Mosken	<i>Vibrio fischeri</i> EC50 30min > 0,037 mg/l Schramm <i>et al.</i> 1996	<i>Scenedesmus subspicatus</i> EC50 72h > 0,046 mg/l (no effect at water solubility) Schramm <i>et al.</i> 1996	<i>Daphnia magna</i> EC50 48h > 0,046 mg/l (no effect at water solubility) Schramm <i>et al.</i> 1996	
Moschus Tibeten	<i>Vibrio fischeri</i> EC50 30min > 0,042 mg/l Schramm <i>et al.</i> 1996	<i>Scenedesmus subspicatus</i> EC50 72h > 0,052 mg/l (no effect at water solubility) Schramm <i>et al.</i> 1996	<i>Daphnia magna</i> EC50 48h > 0,052 mg/l (no effect at water solubility) Schramm <i>et al.</i> 1996	
Moschus Keton	<i>Vibrio fischeri</i> EC50 30min > 0,34 mg/l Schramm <i>et al.</i> 1996	<i>Selenastrum capricornutum</i> ErC50 72h = 0,244 mg/l Tas <i>et al.</i> 1997 <i>Scenedesmus subspicatus</i> EC50 72h > 0,46 mg/l (no effect at water solubility) Schramm <i>et al.</i> 1996	<i>Daphnia magna</i> EC50 48h > 0,46 mg/l (no effect at water solubility) Schramm <i>et al.</i> 1996 <i>Daphnia magna</i> EC50 21d (reproduction) = 0,169-0,338 mg/l Tas <i>et al.</i> 1997	<i>Oncorhynchus mykiss</i> NOEC 21d = 0,063 mg/l Tas <i>et al.</i> 1997
Moschus Xylol	<i>Vibrio fischeri</i> EC50 30min > 0,12 mg/l Schramm <i>et al.</i> 1996	<i>Selenastrum capricornutum</i> NOEC 5d > 5,6 mg/l Tas <i>et al.</i> 1997 <i>Scenedesmus subspicatus</i> EC50 72h > 0,15 mg/l (no effect at water solubility) Schramm <i>et al.</i> 1996	<i>Daphnia magna</i> NOEC 48h = 0,32 mg/l Tas <i>et al.</i> 1997 <i>Daphnia magna</i> NOEC 21d (reproduction) = 0,056 mg/l Tas <i>et al.</i> 1997	<i>Bluegill sunfish</i> LC50 96h = 1,2 mg/l Tas <i>et al.</i> 1997 <i>Brachydanio rerio</i> LC50 14d = 0,4 mg/l Tas <i>et al.</i> 1997

Quelle: OSPAR Background Document on Musk Xylene and other Musks (2000)

Auch für die PM-Verbindungen (AHTN, HHCB) sind die PEC/PNEC-Werte für aquatische Organismen und Sedimentbewohner gemäß OSPAR (2000) durchwegs < 1, sodass mit keinem bis geringem Risiko für diese Organismengruppen zu rechnen ist.

Tabelle 9: Aquatische Toxizität der PM-Verbindungen

	Algen	Krebstiere	Fische
AITI		<i>Daphnia magna</i> EC50 48h = 0,42 mg/l Balk 1998	
AHMI	<i>Selenastrum capricornutum</i> EbC50 72h = 0,081 mg/l ErC50 72h = 0,2 mg/l NOEC (growth rate) = 0,044 mg/l AquaSense 1998a	<i>Daphnia magna</i> EC50 48h = 0,33 mg/l AquaSense 1998b	<i>Brachydanio rerio</i> NOEC 96h = 0,9 mg/l AquaSense 1998c
HHCB	<i>Pseudokirchneriella subcapitata</i> EbC50 72h = 0,723 mg/l RIVM, 1997	<i>Daphnia magna</i> NOEC 21d = 0,111 mg/l RIVM, 1997	<i>Lepomis macrochirus</i> NOEC 21d = 0,182 mg/l RIVM, 1997 <i>Pimephales promelas</i> NOEC 36d = 0,068 mg/l RIVM, 1997
AHTN	<i>Pseudokirchneriella subcapitata</i> EbC50 72h = 0,468 mg/l RIVM, 1997	<i>Daphnia magna</i> NOEC 21d = 0,196 mg/l RIVM, 1997	<i>Lepomis macrochirus</i> LC50 21d = 0,314 mg/l RIVM, 1997 <i>Pimephales promelas</i> NOEC 36d = 0,035 mg/l RIVM, 1997

Quelle: OSPAR Background Document on Musk Xylene and other Musks (2000)

4.2 Säugertoxizität - Humantoxizität

(Quelle: Duftstoffe mit unangenehmer Note für Mensch und Umwelt (1999): Hintergrundinformationen zu Nitro-Moschusverbindungen und polyzyklischen Moschusverbindungen: von Dr. Dirk Bunke am Öko-Institut e. V. in Zusammenarbeit mit dem WWF Deutschland)

Für viele synthetische Moschusverbindungen liegen derzeit noch keine vollständigen Bewertungen bezüglich Ihrer Humantoxizität vor. Einzelne Verbindungen können zu allergischen Reaktionen führen. Hierzu zählen Moschus Xylol und Moschus Keton sowie Moschus Ambrette. Die polyzyklischen Verbindungen AHTN und HHCB können unter Lichteinwirkung zu Hautschädigungen führen. Moschus Ambrette und AHTN führten bei Ratten zu Schädigungen des Nervensystems. Moschus Ambrette führte bei männlichen Ratten zu krankhaften Veränderungen der Hoden. Dies weist auf Einwirkungen auf die hormonelle Steuerung hin. Derzeit ist für viele Moschusverbindungen nicht geklärt, ob sie eine hormonelle Wirksamkeit besitzen, östrogen oder antiandrogen wirken. Moschus Xylol und Moschus Keton scheinen nicht östrogen wirksam zu sein. Es gibt Hinweise, dass auch die Hauptmetaboliten von Moschus Xylol und Moschus Keton, die beispielsweise in Kläranlagen detektierbar sind östrogene Wirksamkeit aufweisen (BITSCH et al., 2002; CHOU und DIETRICH, 1999).

Moschus Xylol kann bei der Ratte verschiedene Enzymsysteme aktivieren, die in die Abbauege von Fremdstoffen eingreifen. Es ist derzeit noch unklar, ob die aus Moschus Xylol gebildeten aromatischen Amine eine krebserzeugende Wirkung ausüben können. Moschus Ambrette bewirkte in verschiedenen Testsystemen Schädigungen der Erbsubstanz. Der Einsatz in Kosmetika ist inzwischen verboten worden. Bei Moschus Xylol traten in Fütterungsversuchen mit Ratten bei relativ hohen Konzentrationen verstärkt Lebertumore auf. In Deutschland wird mittlerweile auf den Einsatz dieses Stoffes in Haushaltswasch- und Reinigungsmitteln und Kosmetika freiwillig verzichtet.

Für viele andere synthetische Moschusverbindungen ist derzeit eine belastbare Einschätzung der Langzeit-Toxizität für den Menschen (chronische Toxizität) nicht möglich. Das gilt speziell für Auswirkungen auf den sich entwickelnden Säugling bei der Aufnahme dieser Stoffe über die Muttermilch.

Tabelle 10: Toxikologische (tierexperimentelle) Daten von Moschus Xylol und Moschus Keton (FORD, 1998a)

Exposition	Moschus Xylol	Moschus Keton
Dermal toxicity 90-day study	75 mg/kg/day male 24 mg/kg/day female (1990)	75 mg/kg/day (1990)
Genotoxicity	Not genotoxic	Not genotoxic
Developmental toxicity	20 mg/kg/day maternal tox. Developmental NOAEL 200 mg/kg/day	15 mg/kg/day maternal tox. Developmental NOAEL 45 mg/kg/day
Pre- and post-natal	NOAEL 7,5 mg/kg/day	NOAEL 7,5 mg/kg/day
Skin effects: irritation, sensitisation, photoirritation, photosensitisation	No effects at 5% on human skin	No effects at 5% on human skin
NOAEL selected	4,8 mg/kg/day (24 mg/kg/day derm. absorp.)	7,5 mg/kg/day (pre- and post-natal dev. study)
Exposure dermal (as agreed with the SCCNFP)	(181 µg/kg/day) 14 µg/kg/day corr. dermal absorption (7,5% human)	(176 µg/kg/day) 25 µg/kg/day corr. dermal absorption (14% human)

Quelle: OSPAR Background Document on Musk Xylene and other Musks (2000)

Tabelle 11: Toxikologische (tierexperimentelle) Daten von AHTN und HHCB (FORD, 1998b)

Exposition	AHTN (Tonalid)	HHCB (Galaxolid)
Oral toxicity 90-day study	NOAEL 15 mg/kg/day (1996)	NOAEL 150 mg/kg/day (1996)
Genotoxicity	Not genotoxic	Not genotoxic
Developmental toxicity	Oral gavage study: 50 mg/kg/day maternal toxicity; no findings	Oral gavage study: 500 mg/kg/day maternal toxicity; at highest dose reduced fetal weight and increased skeletal malformations
Pre- and postnatal milk study	No effects found at the dose of 20 mg/kg/day	No effects found at the dose of 20 mg/kg/day
Skin effects: irritation, sensitisation, photoirritation, photosensitisation	No effects at 10% on human skin	No effects at 10% on human skin
NOAEL selected	15 mg/kg/day	150 mg/kg/day
Exposure dermal as agreed with the SCCNFP	(306 µg/kg/day) 43 µg/kg/day corr. dermal absorption (14% rat)	(764 µg/kg/day) 107 µg/kg/day corr. dermal absorption (14% rat)
Margin of safety	340 (cosmetic products)	1402 (cosmetic products)

Quelle: OSPAR Background Document on Musk Xylene and other Musks (2000)

4.3 Hormonelle Wirkung

Entsprechend neuer Publikationen (BITSCH et al., 2002, CHOU et al., 1999; SEINEN et al., 1999) besteht der Verdacht, dass NM- und PM-Verbindungen und deren Metaboliten hormonelle (östrogene) Eigenschaften aufweisen. Die östrogene Potenz ist jedoch im Vergleich zu 17 β -Estradiol gering (um 5-6 Größenordnungen), (BITSCH et al., 2002).

4.4 Wissenslücken

Obwohl seit geraumer Zeit NM-Verbindungen durch PM-Verbindungen ersetzt werden, bestehen Wissenslücken über die Wirkung dieser Verbindungen insbesondere im Bereich möglicher kanzerogener und endokrintoxischer Wirkung sowie bezüglich der Metabolisierung und Verbleib der PM-Verbindungen in Mensch, Tier und Umwelt.

5 DURCHFÜHRUNG DES HUMANBIOMONITORING

Ziel der Studie war die Erfassung und statistische Beschreibung der Hintergrund-Belastung einer ausgesuchten Population (junge Erwachsene) mit Moschusduftstoffen um Hinweise für die Einschätzung der Hintergrundbelastung der österreichischen Bevölkerung zu erhalten und mögliche Belastungspfade (Expositionsindikatoren) zu definieren.

5.1 Methodik und Studiendesign

Bei der vorliegenden deskriptiven epidemiologischen Querschnitt-Untersuchung an gesunden jungen Probanden wurde eine chemische Analyse von Blut auf fünf Vertreter von Nitromoschusverbindungen und sechs Vertreter von Polyzyklischen Moschusverbindungen durchgeführt (Tabelle 12) sowie Expositionsindikatoren mittels Fragebogen erhoben. Die Probengewinnung, -aufbereitung (Zugabe des deuterierten Surrogate Standards, Ausfällen des Eiweißes mit Acetonitril, Extraktion der Probe mit n-Heptan) und die epidemiologische Auswertung erfolgte am Institut für Umwelthygiene. Die weitere Probenvorbereitung (Extraktreinigung mittels Säulenchromatographie über Kieselgel und AlOx) und die gaschromatographische Endbestimmung mittels GC/MS NCI (negativ chemischer Ionisation) erfolgte am Umweltbundesamt. Die Methodenbeschreibungen und Analysenergebnisse befinden sich im Prüfbericht (Nr. 0302/17) im Anhang.

Tabelle 12: 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

5.2 Untersuchungsablauf

In der Studie wurden im Jahr 2002 freiwillige Probanden (MedizinstudentInnen am Institut für Umwelthygiene der Universität Wien) untersucht. Die Auswahl erfolgte im Rahmen des Umwelthygienepraktikums. Studenten stellen insofern eine geeignete Untersuchungsgruppe

dar, als sie keiner beruflichen Exposition gegenüber Duftstoffen ausgesetzt sind und weder ein exzessiver Kosmetikagebrauch noch eine Vernachlässigung der persönlichen Körperpflege angenommen werden kann. Ein standardisiertes Probenahmeprotokoll mit Fragebogen wurde geführt. Entnommen wurden pro Proband je zwei Blutröhrchen à ca. 9 ml. Die Auswahl der Probanden, die Blutabnahme sowie die Probenaufbereitung erfolgten am Institut für Umwelthygiene. Weiters wurden Gewicht, Größe und Dicke der Subskapularfalte der Probanden (zur Bestimmung der Fettmasse) gemessen.

5.3 Fragebogenaufbau

Die primäre Frage der Untersuchung war, inwiefern bei Exposition gegenüber Moschusduftstoffen diese im Blut nachweisbar sind. Zur Identifizierung etwaiger Quellen wurde ein Fragebogen mit Expositionsindikatoren, bestehend aus 41 Items entwickelt. Der zweiseitige Fragebogen war in zwei Themenbereiche gegliedert. Abgefragt wurden vorwiegend Ernährungsgewohnheiten und die Verwendung von Kosmetika. Ein Fragenblock diente dazu, Hauttyp und etwaige Hautprobleme zu erheben. Der Erhebungsbogen wurde im Vorfeld mit der Projektleitung des Umweltbundesamtes sowie mit dem Auftraggeber diskutiert und abgestimmt.

Die verwendeten Fragetypen (Einfachwahl, Mehrfachwahl) sorgten für einen einfach strukturierten Aufbau des Fragebogens und legten die Auswertungsmöglichkeiten fest.

5.4 Auswertung

Von den gemessenen Konzentrationen der Moschus Verbindungen wurden zur Charakterisierung der Gesamtstichprobe und von Untergruppen geometrische Mittelwerte errechnet. Ein Vergleich der nach Verwendung von Nahrungsmitteln und kosmetischen Produkten, nach Geschlecht und Alter stratifizierten Gruppen wurde mit nicht-parametrischen Verfahren (U-Test, Kruskal-Wallis Test) durchgeführt. Regressionsanalysen wurden mit den logarithmisch transformierten Konzentrationen vorgenommen. Im Sinne einer explorativen Datenanalyse wurde keine Korrektur für multiples Testen angewendet. Als Signifikanzniveau wurde 5% gewählt.

6 ERGEBNISSE DES HUMANBIOMONITORING

6.1 Analyse der Moschusverbindungen

Es wurden insgesamt 114 Probanden Blut abgenommen. Davon waren 100 Proben auswertbar. Von den 11 analysierten Verbindungen waren im wesentlichen vier Stoffe nachweisbar: Moschus-Keton, Moschus-Xylol, Galaxolid und Tonalid. Andere überschritten nur in Einzelfällen die Bestimmungsgrenze (Moschus Ambrette, Phantolid) oder die Konzentration lag zwischen Nachweis- und Bestimmungsgrenze (Traesolid), d.h. die Substanz konnte zwar nachgewiesen werden jedoch nicht quantitativ. Vier Verbindungen waren bei keiner der Untersuchungspersonen nachweisbar (Moschus-Tibeten, Moschus-Mosken, Celestolid, Cashmeran). Eine Übersicht über die Analyseergebnisse findet sich in Tabelle 13.

Tabelle 13: 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	98	1	1	16
Moschus-Keton	83	13	4	67
Moschus-Mosken	100	-	-	2
Moschus-Tibeten	100	-	-	17
Moschus-Xylol	21	34	45	60
Cashmeran	100	-	-	25,5
Celestolid	100	-	-	17
Galaxolid	9	8	83	4100
Phantolid	99	-	1	65
Tonalid	83	1	16	800
Traesolid	98	2	-	39

NG: Nachweisgrenze: Vorkommen der Substanz kann nachgewiesen werden (qualitativ)

BG: Bestimmungsgrenze: Vorkommen der Substanz kann quantifizierbar nachgewiesen werden (Zuordnung eines Messwertes möglich)

Nachweisgrenze und Bestimmungsgrenze wurde für jede Probe bestimmt und im Anhang (Prüfbericht) dokumentiert.

Tabelle 14: Statistische Kenndaten zu den Analyse-Ergebnissen der beiden am häufigsten nachgewiesenen Moschusverbindungen (in ng/l)

Verbindungen	Arithmetisches Mittel	Standardabweichung	Median	Maximum
Moschus-Xylol	16	13	11	60
Galaxolid	594	663	420	4100

6.2 Untersuchungskollektiv

Der Fragebogen wurde von 114 Personen ausgefüllt. Entsprechend der Auswertbarkeit der Proben wurden 100 Fragebögen ausgewertet (Frauenanteil 55%). Das Durchschnittsalter lag bei 25,5 Jahren (Median: 23 Jahre).

Die Mehrheit der untersuchten Personen ordnet sich dem Hauttyp normal zu. Rund ein Drittel gibt trockene Haut an (Tab. 15).

Tabelle 15: Zuordnung der Probanden zu den einzelnen Hauttypen

	normal	trocken	fett
Hauttyp	62	31	7

Die Inzidenz an Hautproblemen im Kollektiv beträgt 29%. Insgesamt 10% nahmen aufgrund von Hauterkrankungen regelmäßig Medikamente ein bzw. verwendeten regelmäßig medizinische Salben und Cremes.

6.3 Beschreibung der Häufigkeiten bezüglich Verwendung von Kosmetika und Reinigungsmitteln

Bei den Antworten zur Frage: „Welche der folgenden Produkte verwenden Sie?“ wurden der Übersichtlichkeit halber die Kategorien „1 x pro Monat“ und „1 x pro Woche“ unter „manchmal“ sowie die Angaben zu „fast täglich“, „täglich“ und „mehrmals täglich“ zu „häufig“ subsummiert (Tabelle 16 und 17).

Tabelle 16: Häufigkeit der Verwendung verschiedener duftstoffhaltiger Produkte

Produkte	nie	manchmal	häufig
Körpercreme/öl	26	25	49
Enthaarungscreme	84	12	4
Parfum, etc.	10	18	72
Rasiercreme, etc.	40	23	37
Deodorants	12	5	83
Seifen	1	1	98
Shampoos	3	12	85
Weichspüler	59	34	7
Duftöle	77	18	5
Luftsprays in Wohnräumen	79	14	7
Handwäsche	64	36	-

Tabelle 17: Häufigkeit der Verwendung verschiedener duftstoffhaltiger Produkte getrennt nach dem Geschlecht (in %)

Produkte	nie		manchmal		häufig	
	w	m	w	m	w	m
Körpercreme/öl	9,1	47,7	18,2	34,1	72,7	18,2
Enthaarungscreme	74,1	97,8	20,4	2,2	5,6	-
Parfum, etc.	1,8	20	18,2	17,8	80	62,2
Rasiercreme, etc.	61,1	11,4	25,9	20,5	13	68,2
Deodorants	3,6	22,2	3,6	6,7	92,7	71,1
Seifen	1,8	-	-	2,2	98,2	97,8
Shampoos	1,9	2,2	11,1	13,3	87	84,4
Weichspüler	48,1	70,5	40,7	27,3	11,1	2,3
Duftöle	69,1	86,7	23,6	11,1	7,3	2,2
Luftsprays in Wohnräumen	72,7	86,7	18,2	8,9	9,1	4,4
Handwäsche	47,3	84,1	52,7	15,9	-	-

Die Häufigkeiten für das Eincremen von Gesicht, Hände und Körper sind in Tabelle 18 dargestellt.

Tabelle 18: Häufigkeit des Einsatzes von Cremes für Gesicht, Hände und Körper

	nie	manchmal	häufig
Gesicht	16	59	25
Hände	11	49	40
Körper	24	30	45

Bezüglich der Verwendung von speziellen Kosmetika gaben 64% der Personen an, ein bestimmtes Parfüm, 56% ein bestimmtes Deodorant, 40% eine bestimmte Bodylotion und 27% eine bestimmte Rasiercreme zu benutzen.

Acht Personen vermieden bewusst Produkte, denen Duftstoffe zugesetzt sind.

6.4 Beschreibung der Ernährungsgewohnheiten

Im Untersuchungskollektiv fanden sich keine Vollvegetarier (kein Verzehr von tierischen Produkten - auch nicht Milch, Butter, Topfen, Ei, etc.). Sechs Personen gaben an, sich vegetarisch zu ernähren (kein Fleisch, kein Fisch).

Zur Häufigkeit des Fleisch- und Fischkonsums siehe Tabelle 19.

Tabelle 19: Häufigkeit von Fleisch- und Fischkonsum

Fleischkonsum	nie	manchmal	häufig
Fleischkonsum	14	28	58
Fischkonsum	9	80	11

Für einige statistische Auswertungen wurde zusätzlich die Summe der Konzentrationen aller Moschusverbindungen (Moschus Summenwert) berechnet.

6.5 Hauttyp

Es fanden sich keine signifikante Unterschiede zwischen Hauttypen und Moschus-Summenwert aber ein Trend zu höheren Werten sowohl bei trockener als auch bei fetter Haut (Abbildung 1).

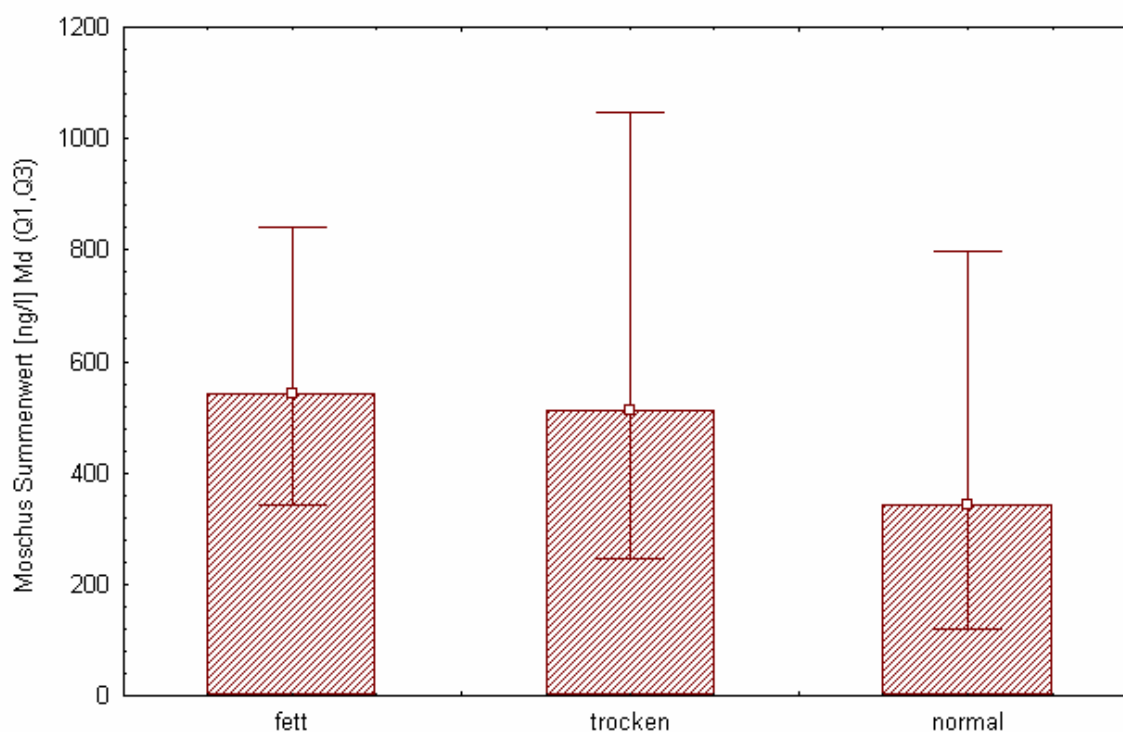


Abb. 1: Moschus Summenwert nach dem Hauttyp

6.5.1 Kosmetika und Reinigungsmittel

Hinsichtlich der Häufigkeit der Verwendung duftstoffhaltiger Produkte zeigte sich nur hinsichtlich des Gebrauchs von Deodorants eine leichte Tendenz. Bei den restlichen dufthaltigen Produkten war kein Zusammenhang nachweisbar (Tabelle 20).

Tabelle 20: Geometrisches Mittel der Moschus Summenwerte nach der Häufigkeit der Verwendung duftstoffhaltiger Produkte. Ergebnisse der Signifikanzprüfung (p-Wert, Kruskal-Wallis Test)

Produkte	nie	manchmal	häufig	p-Wert
Körpercremes/öle	393,5	430,1	616,5	0,333
Enthaarungscremes	482,3	493,2	948,4	0,886
Parfums, etc.	272,9	397,0	582,9	0,291
Rasiercremes, etc.	484,8	566,8	495,5	0,184
Deodorants	330,6	363,2	546,6	0,069
Seifen	427,0	347,0	507,0	0,295
Shampoos	579,3	498,3	504,4	0,699
Weichspüler	473,8	571,5	649,7	0,915
Duftöle	488,3	559,4	567,4	0,535
Luftsprays in Wohnräumen	477,7	637,2	579,2	0,482
Handwäsche	510,0	487,5	-	0,830

Der Zusammenhang zwischen dem Eincremen bestimmter Körperpartien und dem Moschus Summenwert war am deutlichsten ausgeprägt. Hinsichtlich Eincremen von Händen und Körper fanden sich ein signifikanter ($p=0,041$) bzw. tendenzielle ($p=0,063$) Zusammenhänge mit dem Moschus Summenwert (Tabelle 21).

Tabelle 21: Geometrisches Mittel der Moschus Summenwerte nach der Häufigkeit des Eincremens von Gesicht, Händen und Körper. Ergebnisse der Signifikanzprüfung (p-Wert, Kruskal-Wallis Test).

	nie	manchmal	häufig	p-Wert
Gesicht	325,8	565,3	508,9	0,140
Hände	285,9	650,7	431,1	0,041
Körper	371,5	720,3	468,5	0,063

Die kosmetischen Maßnahmen wurden nach der Häufigkeit pro Tag klassifiziert und diese Werte summiert. Zwischen diesem Summenmaß und dem Moschus Summenwert besteht eine signifikante ($p=0,023$) aber geringe Korrelation von $r=0,243$. Die Einteilung in Klassen für die Verwendung von Kosmetika erfolgte anhand der Quartile des angegebenen Summenmaßes.

Tab. 22: Geometrisches Mittel der Moschus Summenwerte nach der Häufigkeit von Maßnahmen zur Körperpflege (p-Wert, Kruskal-Wallis Test).

selten	mittel	häufig	p-Wert
372,4	555,9	559,8	0,139

6.5.2 Verwendung von speziellen, bevorzugten Kosmetika

Es zeigte sich ein tendenzieller Zusammenhang zwischen der Verwendung bestimmter Körpercremes/öle (Bodylotion) und dem Moschus Summenwert. Hinsichtlich der Verwendung spezieller Parfums, Rasiercreme oder Deodorants war kein Zusammenhang nachweisbar (Tabelle 23).

Tabelle 23: Geometrisches Mittel der Moschus Summenwerte nach der Verwendung spezieller Kosmetika: Ergebnisse der Signifikanzprüfung (p-Wert, U-Test).

Produkte	nein	ja	p-Wert
spezielle Bodylotion	453,1	589,5	0,073
spezielles Parfum	366,6	603,1	0,224
spezielle Rasiercreme	499,2	517,8	0,154
spezielles Deodorant	455,7	545,9	0,718

6.5.3 Ernährung

Es fand sich kein Zusammenhang mit der Häufigkeit von Fleisch- und Fischkonsum (ebenso nicht wann das letzte mal Fisch gegessen wurde) und kein signifikanter Unterschied zwischen den Kollektiven und der Summe von Moschusverbindungen (Tabelle 24).

Tabelle 24: Geometrisches Mittel der Moschus Summenwerte nach der Häufigkeit von Fleisch- und Fischkonsum. Ergebnisse der Signifikanzprüfung (p-Wert, Kruskal-Wallis Test)

	nie	manchmal	häufig	p-Wert
Fisch	606,6	509,6	401,4	0,717
Fleisch	495,0	589,4	461,4	0,342

Weder mit der Dicke der Subskapularfalte noch mit Body Mass Index (BMI) oder Körperoberfläche konnte ein signifikanter Zusammenhang mit dem Moschus Summenwert aufgezeigt werden. Es wurden keine höheren Werte bei Personen mit BMI > 25 gefunden.

6.5.4 Alter und Geschlecht

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 (Tabelle 25).

Tabelle 25: Geometrisches Mittel der Moschus Summenwerte und der am häufigsten nachgewiesenen Moschusverbindungen getrennt nach Geschlecht. Ergebnisse der Signifikanzprüfung (p-Wert, U-Test).

Verbindung	männlich		weiblich		p-Wert
	GM	Max	GM	Max	
Moschus-Keton	1,65	5	2,26	67	0,003
Moschus-Xylol	11,21	50	12,14	60	0,514
Galaxolid	234,84	4105	497,85	3984	0,002
Tonalid	21,63	796	21,90	140	0,012
Moschus Summe	383,9	-	630,2	-	0,001

Keine signifikanten Zusammenhänge wurden hingegen mit dem Alter (Gruppenbildung unter und über 25-jährige) gefunden (Tabelle 26).

Tabelle 26: Geometrisches Mittel der Moschus Summenwerte und der am häufigsten nachgewiesenen Moschusverbindungen altersbezogen. Ergebnisse der Signifikanzprüfung (p-Wert, U-Test).

Verbindung	bis 25		über 25		p-Wert
	GM	Max	GM	Max	
Moschus-Keton	1,97	12	1,96	67	0,827
Moschus-Xylol	11,58	60	11,99	50	0,783
Galaxolid	404,88	4105	271,89	3984	0,126
Tonalid	23,91	796	18,02	79	0,498
Moschus Summe	554,6	-	415,4	-	0,426

6.5.5 Körpermasse, Subskapularfaltendicke, BMI und Körperoberfläche

Die Untersuchung der Zusammenhänge mit konstitutionellen Merkmalen erfolgte mittels multipler linearer Regressionsanalyse. Es konnte kein signifikanter Zusammenhang zwischen diesen Merkmalen und dem Moschus Summenmaß oder den Konzentrationen einzelner Moschusverbindungen nachgewiesen werden.

7 INTERPRETATION DER ERGEBNISSE DES HUMANBIOMONITORINGS

7.1 Belastung der Probanden

Von den 11 analysierten Stoffen waren im Wesentlichen vier Verbindungen im Blut der Probanden nachweisbar: Moschus-Xylol (79%>NG), Moschus-Keton (17%>NG), Galaxolid (91%>NG) und Tonalid (13%>NG). Das häufige Auftreten von Galaxolid ist eine Bestätigung für den Trend, diesen Stoff als Vertreter der Stoffgruppe der polyzyklischen Moschusverbindungen verstärkt als Ersatzstoffe für die Nitromoschusverbindungen einzusetzen.

Zum Vergleich der Daten, insbesondere der am häufigsten nachgewiesenen Verbindungen Moschus-Xylol und Galaxolid, wurde die deutsche Humanbiomonitoring-Studie von BAUER UND FRÖSSL (1999) herangezogen (siehe Tabelle 15). In der deutschen Untersuchung wurden 413 Probanden (zufällig ausgesuchte 85 Männer und 328 Frauen) einbezogen. Mittels GS-MS (nach Festphasenextraktion und Einengung) wurden Moschus-Xylol, Moschus-Keton, Galaxolid und Tonalid im Blut bestimmt. Der Mittelwert für Galaxolid lag bei 722 ng/l, derjenige für das Tonalid bei 274 ng/l. Die Konzentrationen an polyzyklischen Moschusverbindungen für Männer und Frauen unterschieden sich nur unwesentlich. Die Werte für Nitromoschus-Verbindungen waren geringer (arithmetisches Mittel für Moschus-Xylol: 88 ng/l; arithmetisches Mittel für Moschus-Keton: 69 ng/l).

Tabelle 27: Vergleich der arithmetischen Mittelwerte der Stoffe Moschus-Xylol und Galaxolid aus der Studie Bauer u. Frössl (1999) mit den vorliegenden Daten (in ng/l)

	Bauer u. Frössl 1999		UBA-UHYG 2003	
	Moschus-Xylol	Galaxolid	Moschus-Xylol	Galaxolid
Mittelwert	88	722	16	594

Die etwas höheren Werte in der deutschen Studie könnten auf Unterschiede in der analytischen Methode zurückgehen, sie sind bei Moschus-Xylol, Moschus-Keton und Tonalid bedeutsam, während bei Galaxolid kein Unterschied zu den deutschen Ergebnissen auftrat. Diese Unterschiede könnten im Verbraucherverhalten begründet sein. Auffallend ist, dass in der deutschen Untersuchung keine geschlechtsspezifischen Unterschiede gefunden wurden, während in der vorliegenden Studie diese Unterschiede hoch signifikant waren. Aber auch ein Unterschied in der Verwendung von Moschusverbindungen bei den Herstellern ist seit der Durchführung der deutschen Untersuchung nicht auszuschließen.

7.2 Identifizierung etwaiger Quellen und Risikofaktoren

Von den dufthaltigen Produkten sind v.a. Kosmetika als Quellen für eine Moschusbelastung von Bedeutung. Duftöle, Luftsprays, Waschmittel (Weichspüler) und dergleichen spielen hinsichtlich der Moschusexposition keine entscheidende Rolle.

Das Ernährungsverhalten sowohl Fleisch- als auch insbesondere Fischkonsum ist für die aktuelle Belastung mit den untersuchten Moschusverbindungen von untergeordneter Bedeutung. Dies bestätigt die Ergebnisse einer weiteren deutschen Studie (KÄFFERLEIN 1997), die 72 Blutproben aus der Allgemeinbevölkerung auf ihren Gehalt an Moschus-Xylol unter-

suchte. Es konnten keine statistische Unterschiede zwischen Personengruppen mit unterschiedlichem Fischkonsumverhalten festgestellt werden.

Das Alter und die körperliche Konstitution (Größe, Gewicht, Körperoberfläche) der Probanden spielte hinsichtlich der Moschusbelastung keine Rolle. Allerdings waren die Probanden durchschnittlich nur etwa 25 Jahre alt, daher können aufgrund dieser Untersuchung keine Aussagen über ältere Personen getroffen werden. Der Hauttyp war nur von untergeordneter Bedeutung, wobei Personen mit trockener und fetter Haut tendenziell höhere Werte aufwiesen.

Wesentlichen Einfluss hatte das Geschlecht. Dies liegt darin begründet, dass Frauen im Allgemeinen mehr und häufiger Kosmetika verwenden als Männer. So verwenden z.B. 72% der weiblichen Probanden mindestens einmal pro Woche Körpercremes bzw. -öle (Bodylotion), während dies nur 20% der männlichen Versuchspersonen taten.

7.2.1 Bewertung einzelner Ergebnisse

Bei einer Probandin konnte Moschus-Ambrette im Blut nachgewiesen werden. Moschus-Ambrette wirkt neurotoxisch, mutagen und kann Hodenatrophie verursachen (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). Laut Angaben der betroffenen Probandin verwendete sie zum Zeitpunkt der Probenahme ausschließlich Produkte (Parfüme, Bodylotion) eines bestimmten Herstellers. Bei einem Fünftel der Probanden wurden Konzentrationen an Moschusverbindungen im Mikrogrammbereich gefunden. Bei einigen Probanden wurden Werte von 4 µg/l überschritten.

7.2.2 Toxikologische Bewertung

Die akute Toxizität der Nitromoschusverbindungen ist sowohl nach oraler als auch nach dermalen Applikation als gering einzustufen. Bezüglich einer kontaktsensibilisierenden Wirkung traten im Tierversuch wie auch im Epikutantest nur vereinzelt positive Reaktionen auf. Für Moschus-Ambrette wird jedoch bei höheren Konzentrationen eine photosensibilisierende Wirkung beschrieben.

Tierversuche zur akuten, subakuten sowie chronischen Toxizität weisen für einige Moschusverbindungen auf neurotoxische und reproduktionstoxische Wirkung, Blut- und Leberschäden sowie auf kanzerogene und mutagene Eigenschaften hin. Insgesamt muss die Datenbasis insbesondere unter dem Aspekt der hohen Umweltpersistenz jedoch als sehr dünn bezeichnet werden.

Moschus-Xylol wurde u.a. aufgrund der in Tierversuchen beobachteten Lebertumoren seitens der IARC (International Agency for Research on Cancer) in Gruppe 3 („limited evidence for carcinogenicity in animals and not classifiable as to their carcinogenicity to humans“) eingestuft. Die Datenlage zu Moschus-Keton ist im Gegensatz dazu weniger zufriedenstellend. Bekannt ist jedoch, dass die Metabolisierung von Moschus-Keton rascher ist als die von Moschus-Xylol, dessen Halbwertszeit im Organismus einige Monate beträgt. Aufgrund der rascheren Verstoffwechslung gelingt der Nachweis von Moschus-Keton bei gleicher Exposition daher weniger häufig.

Während zu den Nitromoschusverbindungen (NM) Daten zur Toxikologie vorhanden sind, ist die Datenlage hinsichtlich der polyzyklischen Moschusverbindungen (PM) dürftig. Dies ist insofern problematisch als für einige Vertreter (z.B. für Galaxolid) eine hormonähnliche Wirkung diskutiert wird und PM-Verbindungen als Ersatz für NM-Verbindungen zum Einsatz

kommen. Ihre Konzentration in der Umwelt war bereits 1998 z.T. 100-fach höher als diejenige der Nitromoschus-Verbindungen. Insgesamt ist daher auch der Einsatz polyzyklischer Moschusverbindungen aus Vorsorgegründen, bis eine breitere Datenbasis verfügbar ist, nach Möglichkeit zu minimieren.

8 ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE DES HUMANBIOMONITORINGS

In einer Stichprobe von 100 jungen Erwachsenen (Durchschnittsalter 25,5; Bereich 19-43 Jahre) wurde das Verbrauchsverhalten bzgl. kosmetischer Produkte, der Konsum von Fisch und Fleisch mittels Fragebogen erhoben sowie deren Blut auf fünf synthetische Nitromoschusverbindungen und sechs polyzyklische Moschusverbindungen mittels GC-MS/NCI untersucht.

Von den elf analysierten synthetischen Moschusverbindungen waren vier in einem höheren Anteil im Blut nachweisbar: Moschus-Keton in 17%, Moschus-Xylol in 79%, Galaxolid in 91% und Tonalid in 17% der Fälle. Konzentrationen über 100 ng/l wurden jedoch nur bei Galaxolid und Tonalid festgestellt. In zwei Fällen wurde Moschus-Ambrette gefunden, wobei in einem Fall der Wert die Bestimmungsgrenze überschritten hat. Bei dieser Probandin konnte in der Anamnese die Verwendung von kosmetischen Produkten ausschließlich eines Herstellers ermittelt werden.

Die Zusammenhänge der Konzentration an Moschusverbindungen im Blut mit dem Verbraucherverhalten waren nicht sehr deutlich, was darauf zurückzuführen sein könnte, dass die verwendeten Produkte sehr unterschiedliche Gehalte an Moschusverbindungen aufweisen und die Verwendung einer Produktgruppe allein noch keine Aussage über die Exposition zulässt. Am deutlichsten waren die Zusammenhänge mit der Häufigkeit des Einsatzes von Körpercremes. Ein Zusammenhang von Blutkonzentrationen mit dem Ernährungsverhalten konnte nicht festgestellt werden. Obwohl synthetische Moschusverbindungen in Fischprodukten nachgewiesen wurden, dürfte der orale Aufnahmeweg von geringerer Bedeutung sein.

Die maximalen Konzentrationen an Moschusduftstoffen im Blut lagen im Bereich weniger Mikrogramm pro Liter. Dabei waren diese Konzentrationen hauptsächlich auf polyzyklische Verbindungen zurückzuführen, die zwar gegenüber einigen Nitromoschusverbindungen toxiologisch günstiger bewertet werden, deren langfristigen Wirkungen aber derzeit nicht beurteilt werden können. Insgesamt lagen jedoch die gemessenen Konzentrationen mehrere Größenordnungen unter jenen Werten bei welchen in der Literatur toxische Wirkungen beschrieben wurden.

9 LITERATURVERZEICHNIS

- APOSTOLIDES, S., CHANDRA, T., DEMIRHAN, I., CINATL, J., DOERR HW., CHANDRA A. (2002) Evaluation of carcinogenic potential 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.
- BAUER K, FRÖSSL C (1999): Blutkonzentrationen von Polyzyklischen- und Nitromoschusverbindungen bei deutschen Probanden. *Umwelt-medizin-gesellschaft* 12: 235-237.
- BAUER, K. (1998): Synthetische Moschusduftstoffe. *Arzt und Umwelt* 11,3: 230-231.
- BESTER K, HÜHNERFUSS H, LANGE W, RIMKUS G, THEOBALD N (1998): Results of non target screening of lipophilic organic pollutants in the German Bight II: Polycyclic Musk Fragrances. *Water Research* 32:1857-1863.
- BITSCH, N., DUDAS, C., KORNER, W., FAILING, K., BISELLI, S., RIMKUS, G., BRUNN, H., (2002) Estrogenic activity of musk fragrances detected by the E-screen assay using human MCF-7 cells. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 43,3: 257-264.
- BUNKE, D. (1999): Duftstoffe mit unangenehmer Note für Mensch und Umwelt. Hintergrundinformation zu Nitro-Moschusverbindungen und polyzyklischen Moschusverbindungen. In Zusammenarbeit mit dem WWF Deutschland. Hintergrundinformation des WWF-Deutschland.
- CHOU, Y. J., DIETRICH, D. R. (1999): Interactions of nitromusk parent compounds and their amino-metabolites with the estrogen receptors of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and the South African clawed frog (*Xenopus laevis*), *Toxicology Letters* 111(1-2): 27-36.
- DGE (Deutsche Gesellschaft für Ernährung) (2000): Ernährungsbericht 2000 – Synthetische Moschusverbindungen. Kapitel 6.4.2: 200-205.
- ESCHKE HD, TRAUD J, DIBOWSKI HJ (1994): Untersuchungen zum Vorkommen polyzyklischer Moschus-Duftstoffe in verschiedenen Umweltkompartimenten – Nachweis und Analytik mit GC/MS in Oberflächen-, Abwässern und Fischen (1.Mitteilung). *Z. Umweltchem. Ökotox.* 6:183-189.
- ESCHKE HD, TRAUD J, DIBOWSKI HJ (1995a): Untersuchungen zum Vorkommen polyzyklischer Moschus-Duftstoffe in verschiedenen Umweltkompartimenten – Befunde in Oberflächen-, Abwässern und Fischen sowie in Waschmitteln und Kosmetika (2. Mitteilung). *Z. Umweltchem. Ökotox.* 7: 131-138.
- ESCHKE HD, TRAUD J, DIBOWSKI HJ (1995b): Nachweis und Quantifizierung von polyzyklischen Moschus-Duftstoffen mittels Ion-Trap GC/MS/MS in Humanfett und Muttermilch. *Dt. Lebensmittel-Rundschau* 12:375-379.
- ESCHKE, H. D; TRAUD, J.; DIBOWSKI, H. J (1994): Analytik und Befunde künstlicher Nitromoschus-Substanzen in Oberflächen- und Abwässern sowie Fischen aus dem Einzugsgebiet der Ruhr. *Vom Wasser*, 83: 373-383.
- ESCHKE, H.-D., TRAUD, J., DIBOWSKI, H.-J. (1994): Untersuchungen zum Vorkommen polyzyklischer Moschus-Duftstoffe in verschiedenen Umweltkompartimenten. *Z. Umweltchem. Ökotox* 6 (4): 183-189.
- FORD, R. A. (1998a): The safety of nitromusks in fragrances – a review. *Deutsche Lebensmittel-Rundschau* 94/6: 192-200.
- FORD, R. A. (1998b): The Human Safety of the Polycyclic Musks AHTN and HHCb in Fragrances - A Review. *Deutsche Lebensmittel-Rundschau* 94/8: 268-275.
-

-
- FROMME, H. (1999): Nitromoschusverbindungen und Bromocyclen in Fischen aus Berliner Gewässern. <http://www.berlin.de/Land/SenArbSozFrau/BBGes/itox/bericht1/1bb.htm>
- HERREN, D.; BERSET, J. D. (2000): Nitro musks , nitro musk amino metabolites and polycyclic musks in sewage sludges. Quantitative determination by HRGC-ion-trap-MS/MS and mass spectral characterization of the amino metabolites. *Chemosphere* 40: 565-574.
- HOHENBLUM, P.; SCHARF, S.; VOGEL, B. (2001): Untersuchung von Abwässern und Grundwasserkörpern auf ausgewählte Wasch- und Körperpflegemittelinhaltsstoffe in Ostösterreich. *Vom Wasser*, 97: 33-44.
- INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER (IARC): <http://www-icr.fr/htdocs/monographs/vol65/musk.htm>
- KÄFFERLEIN HU, GÖEN T, ANGERER J (1997): Belastung der Allgemeinbevölkerung durch Moschus-Xylol. *Umweltmedizin in Forschung und Praxis* (3):169-170.
- KALLENBORN, R.; GATERMANN, R.; PLANTING, S.; RIMKUS, G.; LUND, M.; SCHLABACH, M.; BURKOW, I. (1999): Gas chromatographic determination of synthetic musk compounds in Norwegian air samples. *J. Chromatogr. A.* , 846: 295-306.
- MERSCH-SUNDERMANN V, EMIG M, REINHARDT A (1996a): Nitro musks are co-genotoxicants by inducing toxifying enzymes in the rat. *Mutation Research* 356: 237-245.
- MERSCH-SUNDERMANN V, REINHARDT A, EMIG M (1996b): Untersuchungen zur Mutagenität, Genotoxizität und Kogenotoxizität umweltrelevanter Nitromoschusverbindungen. *Zbl Hyg* 198: 429-442.
- MRASEK V (1998): Duftstoffe, die unter die Haut gehen. *Süddeutsche Zeitung*, 22. Januar 1998.
- OHLOFF G (1990): *Riechstoffe und Geruchssinn: Die molekulare Welt der Düfte*. Springer, Heidelberg.
- OSPAR (Convention for the Protection of the Marine Environment of the North-East Atlantic) (2000): *OSPAR Background Document on Musk Xylene and other Musks*.
- OTT, T. (1999): Polyzyklische Moschusduftstoffe in Aal-, Wasser- und Sedimentproben. <http://www.berlin.de/Land/SenArbSozFrau/BBGes/itox/bericht1/1ba.htm>
- RIMKUS G, BRUNN H (1996): 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.
- RIMKUS G, WOLF M (1996): Polycyclic musk fragrances in human adipose tissue and milk. *Chemosphere* 33:2033-2043.
- RIMKUS, G. (1998): Synthetische Moschusverbindungen in der Umwelt. *Umweltmed. Forsch. Praxis* 3 (6): 341-346.
- SCCNFP (1999): Opinion of the Scientific Committee on Cosmetic Products and Non-Food Products Intended for Consumers concerning Musk Ketone/Xylene, adopted by the plenary session of the SCCNFP on 8 December 1999.
- SCCNFP (2002): Opinion of the Scientific Committee on Cosmetic Products and Non-Food Products Intended for Consumers concerning AHTN/HHCB, adopted by the plenary session of the SCCNFP on 17 September 2002
- SCHALLER K-H; ANGERER J (1998): Biomonitoring in der Umweltmedizin. *Umweltmed. Forsch. Praxis* 3: 169-175.
-

-
- SCHLATTER J, HUNYADY G (1993): Moschus-Xylol in Lebensmitteln und Kosmetika. Manuskript für das BAG-Bulletin, 22. Juni 1993.
- SEINEN, W., LEMMEN, J.G., PIETERS, R.H., VERBRUGGEN, E.M., VAN DER BURG, B. (1999): AHTN and HHCb show weak estrogenic – but no uterotrophic activity, Toxicology Letters 111(1-2): 161-168.
- SPENCER P, STERMAN A, HOROPIAN D, FOULDS M (1979): Neurotoxic fragrance produces ceroid and Myelin Disease. Science 204: 633-635.
- UMWELTBUNDESAMT WIEN (2000): Abwasser- und Klärschlammuntersuchungen in der Pilotkläranlage Entsorgungsbetriebe Simmering. Monografien B
- WINKLER M, KOPF G, HAUPTVOGEL C, NEU T (1998): Fate of artificial musk fragrances associated with suspended particulate matter (SPM) from the River Elbe (Germany) in comparison to other organic contaminants. Chemosphere 37: 1139-1158.
-

10 ANHANG:

10.1 Fragebogen

FRAGEBOGEN

Humanbiomonitoring von Moschusverbindungen

Angaben zu Ihrer Person:	Geschlecht:	<input type="checkbox"/> weiblich
		<input type="checkbox"/> Nieraucher(in) <input type="checkbox"/> Exraucher(in) seit ... <input type="checkbox"/> aktuelle(r) Raucher(in) Zigaretten pro Tag:
	derzeitiger Wohnort und Bundesland

Zeitpunkt der letzten Nahrungs- und/oder Flüssigkeitsaufnahme:	Vor ca. Stunden
--	----------------------

Welchem Hauttyp ordnen sie sich zu?	<input type="checkbox"/> normal <input type="checkbox"/> trocken <input type="checkbox"/> fett
Leiden sie an Hautproblemen?	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> wenn ja, welche:

Nehmen Sie regelmäßig Medikamente aufgrund einer Hauterkrankung ein?	.. ja .. wenn ja, welche:
--	------------------------------------

Welche der folgenden Produkte verwenden Sie?	1x					
	nie	im Monat	pro Woche	pro Woche	täglich	täglich
Parfum	... <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Rasierwasser	... <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Körpercreme (Bodylotion)	... <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Shampoos	... <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Seifen	... <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Waschmittel	... <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Weichspüler	... <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Haushaltsreiniger	... <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Duftöle	... <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Cremen/ölen Sie sich regelmäßig ein?	
Gesicht	.. ja
Hände	.. ja
Körper	.. ja
Haben Sie ein Parfum (Eau de Toilette, etc.), das Sie bevorzugt verwenden? <i>(max. 2 Angaben)</i>	.. ja .. wenn ja, welche:

Haben Sie eine Körpercreme/öl, das Sie bevorzugt verwenden? <i>(max. 2 Angaben)</i>	.. ja .. wenn ja, welche:
Haben Sie eine Rasiercreme (-schaum) und/oder ein Rasierwasser, die Sie bevorzugt verwenden? <i>(max. 2 Angaben)</i>	.. ja .. wenn ja, welche:

Wie oft essen Sie Fisch und/oder Fleisch?	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">1x</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">nie</td> <td style="text-align: center;">im Monat</td> <td style="text-align: center;">pro Woche</td> <td style="text-align: center;">pro Woche</td> <td style="text-align: center;">täglich</td> <td style="text-align: center;">täglich</td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">Fisch</td> <td style="text-align: center;">... <input type="radio"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">Fleisch</td> <td style="text-align: center;">... <input type="radio"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/></td> </tr> </table>				1x					nie	im Monat	pro Woche	pro Woche	täglich	täglich	Fisch	... <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Fleisch	... <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
			1x																										
	nie	im Monat	pro Woche	pro Woche	täglich	täglich																							
Fisch	... <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>																							
Fleisch	... <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>																							
Ich vermeide bewusst Produkte, denen Duftstoffe zugesetzt sind.	.. ja																												

Vielen Dank für Ihre Mitarbeit!

Zutreffendes bitte ankreuzen

Probenahme:	Code:	Datum:
-------------------	-------------	--------------



Prüfstelle für Umwelt- und GVO-Analytik

Akkreditierte Prüfstelle Nr. 200 gemäß ISO 17025 durch
Bescheid des BMWA vom 10.12.2001 GZ 92714/499-
IV/9/01

umweltbundesamt^U

**BESTIMMUNG VON
MOSCHUSVERBINDUNGEN
IN HUMANBLUT**

Prüfbericht - Nr. 0302/17

1 AUFTRAGGEBER UND AUFTRAG

1.1 Auftraggeber

Bundesministerium für
soziale Sicherheit und Generationen
Sektion IX
z.Hdn. Hrn. Dr. Alexander Zilberszac

Radetzkystraße 2
A-1031 Wien

1.2 Auftrag

Der gegenständliche Analysenauftrag ist Teil des Pilotprojektes „Humanbio-monitoring von Moschusduftstoffen“, das in Kooperation von Umweltbundesamt und Institut für Umwelthygiene Wien (IUH) im Auftrag des BM für soziale Sicherheit und Generationen (Schreiben vom 29.10.2001, GZ 353.172/12IX/9/01) 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.

2 BESCHREIBUNG DER PROBEN

2.1 Probenahme

Die Probenahme wurde vom Institut für Umwelthygiene durchgeführt.

Die Proben wurden im Abnahmeröhrchen bis zur Analyse eingefroren.

2.2 Beschreibung und Eingang der Humanblut-Proben

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

Labornummer	Bezeichnung	Probeneingang	Menge
S 0301 0249	M15	13.01.2003	8 ml
S 0301 0250	M16	13.01.2003	9 ml
S 0301 0251	M17	13.01.2003	8,5 ml
S 0301 0252	M18	13.01.2003	8 ml
S 0301 0253	M19	13.01.2003	8,5 ml
S 0301 0255	M20	13.01.2003	9 ml
S 0301 0256	M21	13.01.2003	8,5 ml
S 0301 0257	M22	13.01.2003	9 ml
S 0301 0258	M23	13.01.2003	8 ml
S 0301 0259	M24	13.01.2003	9 ml
S 0301 0261	M25	14.01.2003	8,5 ml
S 0301 0262	M26	14.01.2003	8,0 ml
S 0301 0263	M27	14.01.2003	8,0 ml
S 0301 0264	M28	14.01.2003	8,0 ml
S 0301 0265	M29	14.01.2003	8,0 ml
S 0301 0266	M30	14.01.2003	8,0 ml
S 0301 0268	M31	14.01.2003	8,5 ml
S 0301 0269	M32	14.01.2003	8,0 ml
S 0301 0270	M33	14.01.2003	8,0 ml
S 0301 0271	M34	14.01.2003	8,5 ml
S 0301 0273	M35	15.01.2003	8,0 ml
S 0301 0274	M36	15.01.2003	8,5 ml
S 0301 0276	M37	15.01.2003	8,0 ml
S 0301 0277	M38	15.01.2003	9,0 ml
S 0301 0278	M39	15.01.2003	8,0 ml
S 0301 0279	M40	15.01.2003	9,0 ml
S 0301 0280	M41	15.01.2003	8,5 ml

Labornummer	Bezeichnung	Probeneingang	Menge
S 0301 0281	M42	15.01.2003	8,5 ml
S 0301 0282	M43	15.01.2003	8,5 ml
S 0301 0283	M02	15.01.2003	8,5 ml
S 0301 0285	M44	16.01.2003	8,0 ml
S 0301 0286	M45	16.01.2003	8,0 ml
S 0301 0287	M46	16.01.2003	8,0 ml
S 0301 0288	M47	16.01.2003	8,8 ml
S 0301 0290	M48	16.01.2003	8,5 ml
S 0301 0291	M49	16.01.2003	8,8 ml
S 0301 0292	M50	16.01.2003	8,8 ml
S 0301 0293	M51	16.01.2003	8,7 ml
S 0301 0294	M52	16.01.2003	8,6 ml
S 0301 0295	M06	16.01.2003	8,5 ml
S 0301 0297	M53	20.01.2003	8,8 ml
S 0301 0298	M54	20.01.2003	8,6 ml
S 0301 0299	M55	20.01.2003	8,8 ml
S 0301 0300	M56	20.01.2003	8,8 ml
S 0301 0302	M57	20.01.2003	8,6 ml
S 0301 0303	M58	20.01.2003	8,6 ml
S 0301 0304	M59	20.01.2003	8,8 ml
S 0301 0305	M12	20.01.2003	8,6 ml
S 0301 0306	M13	20.01.2003	8,5 ml
S 0301 0307	M14	20.01.2003	8,3 ml
S 0301 0309	M60	20.01.2003	8,5 ml
S 0301 0310	M61	20.01.2003	8,5 ml
S 0301 0311	M62	20.01.2003	8,5 ml
S 0301 0312	M63	20.01.2003	8,7 ml
S 0301 0313	M64	20.01.2003	8,8 ml
S 0301 0315	M65	20.01.2003	8,9 ml
S 0301 0316	M66	20.01.2003	8,0 ml
S 0301 0317	M67	20.01.2003	8,7 ml
S 0301 0318	M68	20.01.2003	8,6 ml
S 0301 0319	M69	20.01.2003	8,8 ml

Labornummer	Bezeichnung	Probeneingang	Menge
S 0301 0321	M70	21.01.2003	8,6 ml
S 0301 0322	M71	21.01.2003	8,9 ml
S 0301 0324	M72	21.01.2003	8,8 ml
S 0301 0325	M73	21.01.2003	8,5 ml
S 0301 0326	M74	21.01.2003	8,8 ml
S 0301 0327	M75	21.01.2003	8,9 ml
S 0301 0328	M76	21.01.2003	8,8 ml
S 0301 0329	M77	21.01.2003	8,8 ml
S 0301 0330	M78	21.01.2003	8,8 ml
S 0301 0331	M79	21.01.2003	8,9 ml
S 0301 0333	M80	22.01.2003	8,5 ml
S 0301 0334	M81	22.01.2003	8,8 ml
S 0301 0335	M82	22.01.2003	8,8 ml
S 0301 0337	M83	22.01.2003	8,9 ml
S 0301 0338	M84	22.01.2003	8,9 ml
S 0301 0339	M85	22.01.2003	8,8 ml
S 0301 0340	M86	22.01.2003	8,8 ml
S 0301 0341 *	M87	22.01.2003	8,9 ml
S 0301 0342	M88	22.01.2003	8,8 ml
S 0301 0343	M89	22.01.2003	8,9 ml
S 0301 0345	M90	24.01.2003	8,7 ml
S 0301 0346	M91	24.01.2003	8,6 ml
S 0301 0347	M92	24.01.2003	8,9 ml
S 0301 0348	M93	24.01.2003	8,8 ml
S 0301 0349	M94	24.01.2003	8,6 ml
S 0301 0350	M95	24.01.2003	8,7 ml
S 0301 0351	M96	24.01.2003	8,7 ml
S 0301 0353	M97	24.01.2003	8,3 ml
S 0301 0354	M98	24.01.2003	8,7 ml
S 0301 0355	M99	24.01.2003	8,7 ml

Labornummer	Bezeichnung	Probeneingang	Menge
S 0301 0471	M100	27.01.2003	9 ml
S 0301 0472	M101	27.01.2003	9 ml
S 0301 0473	M102	27.01.2003	8,2 ml
S 0301 0474	M103	27.01.2003	8,1 ml
S 0301 0475	M104	27.01.2003	8,4 ml
S 0301 0476	M105	27.01.2003	8,5 ml
S 0301 0478	M004	27.01.2003	7,8 ml
S 0301 0479	M106	27.01.2003	8,2 ml
S 0301 0480	M007	27.01.2003	8,1 ml
S 0301 0481	M008	27.01.2003	8,1 ml
S 0302 0536 *	M87 Wh v. S 0301 0341	31.01.2003	8,7 ml

Die Probe M87 (S 0301 0341) wurde doppelt bestimmt (Labor-Nr. der Doppelprobe = S 0302 0536). Die Analysenergebnisse der Probe M87 sind unter der Labor-Nr. S 0301 0341 als Mittelwerte angegeben.

2.3 Analysenzeitraum

13.01.2003 bis 05.02.2003

3 ANALYSENVERFAHREN UND -ERGEBNISSE

3.1 Arbeitsablauf

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.

3.2 Analyse 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) und Wiederfindungskorrektur über den zugesetzten deuterierten Surrogatstandard

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

3.3 Analysenergebnisse

Die Analysenergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die unter Pkt. 2.2. angeführten Proben.

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

alle Ergebnisse	S 0301 0249	S 0301 0250	S 0301 0251	S 0301 0252	S 0301 0253
in ng/l	M15	M16	M17	M18	M19
Cashmeran	< 34	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	330	680	450	220	1100
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	< 17	n.n	21	< 14	< 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	n.n	n.n	n.n	n.n
	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]
Cashmeran	17	15	14	14	14
Celestolid	34	30	29	28	27
Phantolid	17	15	14	14	14
Galaxolid	84	75	72	70	68
Traesolid	34	30	29	28	27
Tonalid	42	38	36	35	34
Moschus-Ambrette	8	8	7	7	7
Moschus-Xylol	8	8	7	7	7
Moschus-Mosken	4	4	4	3	3
Moschus-Tibeten	34	30	29	28	27
Moschus-Keton	4	4	4	3	3
	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]
Cashmeran	34	30	29	28	27
Celestolid	67	60	58	56	55
Phantolid	34	30	29	28	27
Galaxolid	168	150	145	139	137
Traesolid	67	60	58	56	55
Tonalid	84	75	72	70	68
Moschus-Ambrette	17	15	14	14	14
Moschus-Xylol	17	15	14	14	14
Moschus-Mosken	8	8	7	7	7
Moschus-Tibeten	67	60	58	56	55
Moschus-Keton	8	8	7	7	7

alle Ergebnisse	S 0301 0255	S 0301 0256	S 0301 0257	S 0301 0258	S 0301 0259
in ng/l	M20	M21	M22	M23	M24
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	580	360	850	480	280
Traesolid	n.n	n.n	n.n	n.n	n.n
Tonalid	< 61	87	91	110	130
Moschus-Ambrette	n.n	n.n	n.n	n.n	n.n
Moschus-Xylol	n.n	30	12	< 13	25
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	< 6	n.n	n.n	n.n
	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]
Cashmeran	12	12	11	13	11
Celestolid	25	25	23	25	23
Phantolid	12	12	11	13	11
Galaxolid	61	62	57	63	57
Traesolid	25	25	23	25	23
Tonalid	31	31	29	32	28
Moschus-Ambrette	6	6	6	6	6
Moschus-Xylol	6	6	6	6	6
Moschus-Mosken	3	3	3	3	3
Moschus-Tibeten	25	25	23	25	23
Moschus-Keton	3	3	3	3	3
	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]
Cashmeran	25	25	23	25	23
Celestolid	49	49	46	51	46
Phantolid	25	25	23	25	23
Galaxolid	123	124	114	126	114
Traesolid	49	49	46	51	46
Tonalid	61	62	57	63	57
Moschus-Ambrette	12	12	11	13	11
Moschus-Xylol	12	12	11	13	11
Moschus-Mosken	6	6	6	6	6
Moschus-Tibeten	49	49	46	51	46
Moschus-Keton	6	6	6	6	6

alle Ergebnisse	S 0301 0261	S 0301 0262	S 0301 0263	S 0301 0264	S 0301 0265
in ng/l	M25	M26	M27	M28	M29
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	270	800	370	1600	930
Traesolid	n.n	n.n	n.n	n.n	n.n
Tonalid	n.n	63	< 61	180	n.n
Moschus-Ambrette	n.n	n.n	n.n	n.n	n.n
Moschus-Xylol	14	15	< 12	< 13	< 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	< 6	n.n	n.n	n.n	n.n
	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]
Cashmeran	12	12	12	13	12
Celestolid	25	25	24	25	25
Phantolid	12	12	12	13	12
Galaxolid	62	61	61	63	62
Traesolid	25	25	24	25	25
Tonalid	31	31	31	32	31
Moschus-Ambrette	6	6	6	6	6
Moschus-Xylol	6	6	6	6	6
Moschus-Mosken	3	3	3	3	3
Moschus-Tibeten	25	25	24	25	25
Moschus-Keton	3	3	3	3	3
	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]
Cashmeran	25	25	24	25	25
Celestolid	50	49	49	51	50
Phantolid	25	25	24	25	25
Galaxolid	124	123	122	126	124
Traesolid	50	49	49	51	50
Tonalid	62	61	61	63	62
Moschus-Ambrette	12	12	12	13	12
Moschus-Xylol	12	12	12	13	12
Moschus-Mosken	6	6	6	6	6
Moschus-Tibeten	50	49	49	51	50
Moschus-Keton	6	6	6	6	6

alle Ergebnisse	S 0301 0266	S 0301 0268	S 0301 0269	S 0301 0270	S 0301 0271
in ng/l	M30	M31	M32	M33	M34
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	570	4100	540	1700	200
Traesolid	n.n	n.n	n.n	n.n	n.n
Tonalid	n.n	280	n.n	< 64	n.n
Moschus-Ambrette	n.n	n.n	n.n	n.n	n.n
Moschus-Xylol	< 13	< 12	< 13	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	n.n	n.n	n.n	n.n
	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]
Cashmeran	13	12	13	13	12
Celestolid	25	23	26	25	24
Phantolid	13	12	13	13	12
Galaxolid	63	58	64	64	61
Traesolid	25	23	26	25	24
Tonalid	31	29	32	32	30
Moschus-Ambrette	6	6	6	6	6
Moschus-Xylol	6	6	6	6	6
Moschus-Mosken	3	3	3	3	3
Moschus-Tibeten	25	23	26	25	24
Moschus-Keton	3	3	3	3	3
	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]
Cashmeran	25	23	26	25	24
Celestolid	50	46	52	51	48
Phantolid	25	23	26	25	24
Galaxolid	126	116	129	127	121
Traesolid	50	46	52	51	48
Tonalid	63	58	64	64	61
Moschus-Ambrette	13	12	13	13	12
Moschus-Xylol	13	12	13	13	12
Moschus-Mosken	6	6	6	6	6
Moschus-Tibeten	50	46	52	51	48
Moschus-Keton	6	6	6	6	6

alle Ergebnisse	S 0301 0273	S 0301 0274	S 0301 0276	S 0301 0277	S 0301 0278
in ng/l	M35	M36	M37	M38	M39
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	930	900	310	420	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	30	< 13	n.n	15	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	n.n	n.n	n.n
	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]
Cashmeran	13	13	14	12	13
Celestolid	26	27	27	24	27
Phantolid	13	13	14	12	13
Galaxolid	65	66	68	60	67
Traesolid	26	27	27	24	27
Tonalid	33	33	34	30	34
Moschus-Ambrette	7	7	7	6	7
Moschus-Xylol	7	7	7	6	7
Moschus-Mosken	3	3	3	3	3
Moschus-Tibeten	26	27	27	24	27
Moschus-Keton	3	3	3	3	3
	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]
Cashmeran	26	27	27	24	27
Celestolid	52	53	55	48	54
Phantolid	26	27	27	24	27
Galaxolid	131	133	136	121	134
Traesolid	52	53	55	48	54
Tonalid	65	66	68	60	67
Moschus-Ambrette	13	13	14	12	13
Moschus-Xylol	13	13	14	12	13
Moschus-Mosken	7	7	7	6	7
Moschus-Tibeten	52	53	55	48	54
Moschus-Keton	7	7	7	6	7

alle Ergebnisse	S 0301 0279	S 0301 0280	S 0301 0281	S 0301 0282	S 0301 0283
in ng/l	M40	M41	M42	M43	M2
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	420	n.n	970	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	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	n.n	n.n	n.n	n.n
	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]
Cashmeran	11	14	12	13	12
Celestolid	22	28	25	26	24
Phantolid	11	14	12	13	12
Galaxolid	55	69	62	65	60
Traesolid	22	28	25	26	24
Tonalid	28	35	31	32	30
Moschus-Ambrette	6	7	6	6	6
Moschus-Xylol	6	7	6	6	6
Moschus-Mosken	3	3	3	3	3
Moschus-Tibeten	22	28	25	26	24
Moschus-Keton	3	3	3	3	3
	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]
Cashmeran	22	28	25	26	24
Celestolid	44	55	50	52	48
Phantolid	22	28	25	26	24
Galaxolid	111	138	124	129	120
Traesolid	44	55	50	52	48
Tonalid	55	69	62	65	60
Moschus-Ambrette	11	14	12	13	12
Moschus-Xylol	11	14	12	13	12
Moschus-Mosken	6	7	6	6	6
Moschus-Tibeten	44	55	50	52	48
Moschus-Keton	6	7	6	6	6

alle Ergebnisse	S 0301 0285	S 0301 0286	S 0301 0287	S 0301 0288	S 0301 0290
in ng/l	M44	M45	M46	M47	M48
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	65	n.n
Galaxolid	1100	< 136	2100	380	280
Traesolid	n.n	n.n	n.n	n.n	n.n
Tonalid	800	n.n	n.n	n.n	n.n
Moschus-Ambrette	n.n	n.n	n.n	n.n	n.n
Moschus-Xylol	48	n.n	14	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	n.n	n.n	n.n	< 7
	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]
Cashmeran	13	14	14	12	14
Celestolid	27	27	28	24	27
Phantolid	13	14	14	12	14
Galaxolid	67	68	71	61	68
Traesolid	27	27	28	24	27
Tonalid	34	34	35	30	34
Moschus-Ambrette	7	7	7	6	7
Moschus-Xylol	7	7	7	6	7
Moschus-Mosken	3	3	4	3	3
Moschus-Tibeten	27	27	28	24	27
Moschus-Keton	3	3	4	3	3
	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]
Cashmeran	27	27	28	24	27
Celestolid	54	54	57	49	54
Phantolid	27	27	28	24	27
Galaxolid	135	136	142	122	135
Traesolid	54	54	57	49	54
Tonalid	67	68	71	61	68
Moschus-Ambrette	13	14	14	12	14
Moschus-Xylol	13	14	14	12	14
Moschus-Mosken	7	7	7	6	7
Moschus-Tibeten	54	54	57	49	54
Moschus-Keton	7	7	7	6	7

alle Ergebnisse	S 0301 0291	S 0301 0292	S 0301 0293	S 0301 0294	S 0301 0295
in ng/l	M49	M50	M51	M52	M6
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	620	< 123	360	1200	180
Traesolid	< 50	n.n	n.n	< 52	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	19	< 12	30	27	24
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	n.n	< 6	n.n
	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]
Cashmeran	12	12	13	13	15
Celestolid	25	25	26	26	30
Phantolid	12	12	13	13	15
Galaxolid	62	62	65	65	75
Traesolid	25	25	26	26	30
Tonalid	31	31	33	32	37
Moschus-Ambrette	6	6	7	6	7
Moschus-Xylol	6	6	7	6	7
Moschus-Mosken	3	3	3	3	4
Moschus-Tibeten	25	25	26	26	30
Moschus-Keton	3	3	3	3	4
	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]
Cashmeran	25	25	26	26	30
Celestolid	50	49	52	52	60
Phantolid	25	25	26	26	30
Galaxolid	124	123	130	129	149
Traesolid	50	49	52	52	60
Tonalid	62	62	65	65	75
Moschus-Ambrette	12	12	13	13	15
Moschus-Xylol	12	12	13	13	15
Moschus-Mosken	6	6	7	6	7
Moschus-Tibeten	50	49	52	52	60
Moschus-Keton	6	6	7	6	7

alle Ergebnisse	S 0301 0297	S 0301 0298	S 0301 0299	S 0301 0300	S 0301 0302
<i>in ng/l</i>	M53	M54	M55	M56	M57
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	260	660	310	130	n.n
Traesolid	n.n	n.n	n.n	n.n	n.n
Tonalid	n.n	n.n	n.n	< 60	n.n
Moschus-Ambrette	n.n	n.n	n.n	n.n	n.n
Moschus-Xylol	< 11	< 12	19	17	49
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	7,6	n.n	n.n	n.n
	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]
Cashmeran	11	12	12	12	12
Celestolid	23	24	24	24	23
Phantolid	11	12	12	12	12
Galaxolid	57	61	59	60	58
Traesolid	23	24	24	24	23
Tonalid	29	31	30	30	29
Moschus-Ambrette	6	6	6	6	6
Moschus-Xylol	6	6	6	6	6
Moschus-Mosken	3	3	3	3	3
Moschus-Tibeten	23	24	24	24	23
Moschus-Keton	3	3	3	3	3
	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]
Cashmeran	23	24	24	24	23
Celestolid	46	49	47	48	47
Phantolid	23	24	24	24	23
Galaxolid	114	122	119	119	117
Traesolid	46	49	47	48	47
Tonalid	57	61	59	60	58
Moschus-Ambrette	11	12	12	12	12
Moschus-Xylol	11	12	12	12	12
Moschus-Mosken	6	6	6	6	6
Moschus-Tibeten	46	49	47	48	47
Moschus-Keton	6	6	6	6	6

alle Ergebnisse	S 0301 0303	S 0301 0304	S 0301 0305	S 0301 0306	S 0301 0307
in ng/l	M58	M59	M12	M13	M14
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	630	190	730	1600	< 124
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	23	< 11	18	< 13	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	n.n	n.n	n.n
	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]
Cashmeran	12	11	12	13	12
Celestolid	24	23	24	27	25
Phantolid	12	11	12	13	12
Galaxolid	61	57	59	67	62
Traesolid	24	23	24	27	25
Tonalid	31	28	30	33	31
Moschus-Ambrette	6	6	6	7	6
Moschus-Xylol	6	6	6	7	6
Moschus-Mosken	3	3	3	3	3
Moschus-Tibeten	24	23	24	27	25
Moschus-Keton	3	3	3	3	3
	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]
Cashmeran	24	23	24	27	25
Celestolid	49	45	47	53	50
Phantolid	24	23	24	27	25
Galaxolid	122	113	118	133	124
Traesolid	49	45	47	53	50
Tonalid	61	57	59	67	62
Moschus-Ambrette	12	11	12	13	12
Moschus-Xylol	12	11	12	13	12
Moschus-Mosken	6	6	6	7	6
Moschus-Tibeten	49	45	47	53	50
Moschus-Keton	6	6	6	7	6

alle Ergebnisse	S 0301 0309	S 0301 0310	S 0301 0311	S 0301 0312	S 0301 0313
in ng/l	M60	M61	M62	M63	M64
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	750	< 123	640	140	< 127
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	< 12	< 13	< 14	23
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	n.n	n.n	n.n
	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]
Cashmeran	15	12	13	14	13
Celestolid	30	25	26	28	25
Phantolid	15	12	13	14	13
Galaxolid	75	62	65	69	64
Traesolid	30	25	26	28	25
Tonalid	37	31	32	34	32
Moschus-Ambrette	7	6	6	7	6
Moschus-Xylol	7	6	6	7	6
Moschus-Mosken	4	3	3	3	3
Moschus-Tibeten	30	25	26	28	25
Moschus-Keton	4	3	3	3	3
	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]
Cashmeran	30	25	26	28	25
Celestolid	60	49	52	55	51
Phantolid	30	25	26	28	25
Galaxolid	149	123	129	138	127
Traesolid	60	49	52	55	51
Tonalid	75	62	65	69	64
Moschus-Ambrette	15	12	13	14	13
Moschus-Xylol	15	12	13	14	13
Moschus-Mosken	7	6	6	7	6
Moschus-Tibeten	60	49	52	55	51
Moschus-Keton	7	6	6	7	6

alle Ergebnisse	S 0301 0315	S 0301 0316	S 0301 0317	S 0301 0318	S 0301 0319
in ng/l	M65	M66	M67	M68	M69
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	230	n.n	240	1000	< 134
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	45	< 14	< 13	< 14	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	< 6	n.n	n.n
	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]
Cashmeran	12	14	13	14	13
Celestolid	24	29	26	28	27
Phantolid	12	14	13	14	13
Galaxolid	59	72	65	70	67
Traesolid	24	29	26	28	27
Tonalid	30	36	32	35	33
Moschus-Ambrette	6	7	6	7	7
Moschus-Xylol	6	7	6	7	7
Moschus-Mosken	3	4	3	4	3
Moschus-Tibeten	24	29	26	28	27
Moschus-Keton	3	4	3	4	3
	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]
Cashmeran	24	29	26	28	27
Celestolid	47	58	52	56	53
Phantolid	24	29	26	28	27
Galaxolid	118	145	129	140	134
Traesolid	47	58	52	56	53
Tonalid	59	72	65	70	67
Moschus-Ambrette	12	14	13	14	13
Moschus-Xylol	12	14	13	14	13
Moschus-Mosken	6	7	6	7	7
Moschus-Tibeten	47	58	52	56	53
Moschus-Keton	6	7	6	7	7

alle Ergebnisse	S 0301 0321	S 0301 0322	S 0301 0324	S 0301 0325	S 0301 0326
in ng/l	M70	M71	M72	M73	M74
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	140	< 132	620	930
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	< 13	n.n	< 13	60	< 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	< 6	n.n	< 7	n.n	n.n
	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]
Cashmeran	13	12	13	13	14
Celestolid	26	24	26	25	28
Phantolid	13	12	13	13	14
Galaxolid	65	60	66	63	70
Traesolid	26	24	26	25	28
Tonalid	32	30	33	32	35
Moschus-Ambrette	6	6	7	6	7
Moschus-Xylol	6	6	7	6	7
Moschus-Mosken	3	3	3	3	4
Moschus-Tibeten	26	24	26	25	28
Moschus-Keton	3	3	3	3	4
	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]
Cashmeran	26	24	26	25	28
Celestolid	52	48	53	50	56
Phantolid	26	24	26	25	28
Galaxolid	129	121	132	126	141
Traesolid	52	48	53	50	56
Tonalid	65	60	66	63	70
Moschus-Ambrette	13	12	13	13	14
Moschus-Xylol	13	12	13	13	14
Moschus-Mosken	6	6	7	6	7
Moschus-Tibeten	52	48	53	50	56
Moschus-Keton	6	6	7	6	7

alle Ergebnisse	S 0301 0327	S 0301 0328	S 0301 0329	S 0301 0330	S 0301 0331
in ng/l	M75	M76	M77	M78	M79
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	350	340	710	390	770
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	< 13	13	38	39
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	6,7	n.n	n.n
	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]
Cashmeran	13	13	12	13	13
Celestolid	26	26	24	27	25
Phantolid	13	13	12	13	13
Galaxolid	64	64	60	67	63
Traesolid	26	26	24	27	25
Tonalid	32	32	30	33	31
Moschus-Ambrette	6	6	6	7	6
Moschus-Xylol	6	6	6	7	6
Moschus-Mosken	3	3	3	3	3
Moschus-Tibeten	26	26	24	27	25
Moschus-Keton	3	3	3	3	3
	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]
Cashmeran	26	26	24	27	25
Celestolid	51	51	48	54	50
Phantolid	26	26	24	27	25
Galaxolid	128	128	119	134	126
Traesolid	51	51	48	54	50
Tonalid	64	64	60	67	63
Moschus-Ambrette	13	13	12	13	13
Moschus-Xylol	13	13	12	13	13
Moschus-Mosken	6	6	6	7	6
Moschus-Tibeten	51	51	48	54	50
Moschus-Keton	6	6	6	7	6

alle Ergebnisse	S 0301 0333	S 0301 0334	S 0301 0335	S 0301 0337	S 0301 0338
in ng/l	M80	M81	M82	M83	M84
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	670	n.n	1200	1100	1100
Traesolid	n.n	n.n	n.n	n.n	n.n
Tonalid	n.n	n.n	n.n	n.n	110
Moschus-Ambrette	n.n	n.n	n.n	n.n	n.n
Moschus-Xylol	n.n	13	20	28	28
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	n.n	n.n	< 6
	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]
Cashmeran	15	13	13	14	12
Celestolid	29	26	26	27	25
Phantolid	15	13	13	14	12
Galaxolid	73	66	66	68	61
Traesolid	29	26	26	27	25
Tonalid	36	33	33	34	31
Moschus-Ambrette	7	7	7	7	6
Moschus-Xylol	7	7	7	7	6
Moschus-Mosken	4	3	3	3	3
Moschus-Tibeten	29	26	26	27	25
Moschus-Keton	4	3	3	3	3
	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]
Cashmeran	29	26	26	27	25
Celestolid	58	53	53	54	49
Phantolid	29	26	26	27	25
Galaxolid	145	132	132	136	123
Traesolid	58	53	53	54	49
Tonalid	73	66	66	68	61
Moschus-Ambrette	15	13	13	14	12
Moschus-Xylol	15	13	13	14	12
Moschus-Mosken	7	7	7	7	6
Moschus-Tibeten	58	53	53	54	49
Moschus-Keton	7	7	7	7	6

alle Ergebnisse	S 0301 0339	S 0301 0340	S 0301 0341	S 0301 0342	S 0301 0343
in ng/l	M85	M86	M87	M88	M89
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	980	240	810	260	540
Traesolid	n.n	n.n	n.n	n.n	n.n
Tonalid	79	140	69	n.n	n.n
Moschus-Ambrette	n.n	n.n	16	n.n	n.n
Moschus-Xylol	50	15	24	18	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	67	< 6	12	n.n	n.n
	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]
Cashmeran	12	12	12	14	11
Celestolid	24	25	24	28	23
Phantolid	12	12	12	14	11
Galaxolid	61	61	61	71	57
Traesolid	24	25	24	28	23
Tonalid	30	31	30	36	29
Moschus-Ambrette	6	6	6	7	6
Moschus-Xylol	6	6	6	7	6
Moschus-Mosken	3	3	3	4	3
Moschus-Tibeten	24	25	24	28	23
Moschus-Keton	3	3	3	4	3
	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]
Cashmeran	24	25	24	28	23
Celestolid	48	49	48	57	46
Phantolid	24	25	24	28	23
Galaxolid	121	123	121	142	115
Traesolid	48	49	48	57	46
Tonalid	61	61	61	71	57
Moschus-Ambrette	12	12	12	14	11
Moschus-Xylol	12	12	12	14	11
Moschus-Mosken	6	6	6	7	6
Moschus-Tibeten	48	49	48	57	46
Moschus-Keton	6	6	6	7	6

alle Ergebnisse	S 0301 0345	S 0301 0346	S 0301 0347	S 0301 0348	S 0301 0349
in ng/l	M90	M91	M92	M93	M94
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	530	170	150	250	430
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	< 12	n.n	< 13	26	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	n.n	n.n	n.n
	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]
Cashmeran	12	13	13	11	14
Celestolid	24	25	25	23	27
Phantolid	12	13	13	11	14
Galaxolid	60	63	63	57	68
Traesolid	24	25	25	23	27
Tonalid	30	31	31	28	34
Moschus-Ambrette	6	6	6	6	7
Moschus-Xylol	6	6	6	6	7
Moschus-Mosken	3	3	3	3	3
Moschus-Tibeten	24	25	25	23	27
Moschus-Keton	3	3	3	3	3
	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]
Cashmeran	24	25	25	23	27
Celestolid	48	50	50	45	54
Phantolid	24	25	25	23	27
Galaxolid	120	126	126	113	136
Traesolid	48	50	50	45	54
Tonalid	60	63	63	57	68
Moschus-Ambrette	12	13	13	11	14
Moschus-Xylol	12	13	13	11	14
Moschus-Mosken	6	6	6	6	7
Moschus-Tibeten	48	50	50	45	54
Moschus-Keton	6	6	6	6	7

alle Ergebnisse	S 0301 0350	S 0301 0351	S 0301 0353	S 0301 0354	S 0301 0355
in ng/l	M95	M96	M97	M98	M99
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	260	4000	300	n.n	180
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	18	39	40	< 13	< 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	< 7	n.n	n.n	n.n
	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]
Cashmeran	12	14	13	13	13
Celestolid	24	27	26	27	26
Phantolid	12	14	13	13	13
Galaxolid	59	68	64	67	65
Traesolid	24	27	26	27	26
Tonalid	30	34	32	33	32
Moschus-Ambrette	6	7	6	7	6
Moschus-Xylol	6	7	6	7	6
Moschus-Mosken	3	3	3	3	3
Moschus-Tibeten	24	27	26	27	26
Moschus-Keton	3	3	3	3	3
	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]
Cashmeran	24	27	26	27	26
Celestolid	47	54	52	54	52
Phantolid	24	27	26	27	26
Galaxolid	119	135	129	134	129
Traesolid	47	54	52	54	52
Tonalid	59	68	64	67	65
Moschus-Ambrette	12	14	13	13	13
Moschus-Xylol	12	14	13	13	13
Moschus-Mosken	6	7	6	7	6
Moschus-Tibeten	47	54	52	54	52
Moschus-Keton	6	7	6	7	6

alle Ergebnisse	S 0301 0471	S 0301 0472	S 0301 0473	S 0301 0474	S 0301 0475
in ng/l	M100	M101	M102	M103	M104
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	450	2100	650	470	620
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	46	13	35	32	50
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	< 6	< 6	n.n	n.n
	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]
Cashmeran	11	11	12	12	12
Celestolid	23	23	25	25	24
Phantolid	11	11	12	12	12
Galaxolid	57	57	62	62	60
Traesolid	23	23	25	25	24
Tonalid	28	28	31	31	30
Moschus-Ambrette	6	6	6	6	6
Moschus-Xylol	6	6	6	6	6
Moschus-Mosken	3	3	3	3	3
Moschus-Tibeten	23	23	25	25	24
Moschus-Keton	3	3	3	3	3
	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]
Cashmeran	23	23	25	25	24
Celestolid	45	45	50	49	48
Phantolid	23	23	25	25	24
Galaxolid	113	114	124	124	120
Traesolid	45	45	50	49	48
Tonalid	57	57	62	62	60
Moschus-Ambrette	11	11	12	12	12
Moschus-Xylol	11	11	12	12	12
Moschus-Mosken	6	6	6	6	6
Moschus-Tibeten	45	45	50	49	48
Moschus-Keton	6	6	6	6	6

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

alle Ergebnisse	S 0301 0476	S 0301 0478	S 0301 0479	S 0301 0480	S 0301 0481
in ng/l	M105	M004	M106	M007	M008
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	440	870	970	270	< 130
Traesolid	n.n	n.n	n.n	n.n	n.n
Tonalid	n.n	< 66	n.n	n.n	n.n
Moschus-Ambrette	n.n	n.n	n.n	< 13	n.n
Moschus-Xylol	37	n.n	n.n	14	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	< 7	n.n	n.n	n.n
	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]	NG [ng/l]
Cashmeran	12	13	14	13	13
Celestolid	24	26	27	25	26
Phantolid	12	13	14	13	13
Galaxolid	59	66	69	63	65
Traesolid	24	26	27	25	26
Tonalid	30	33	34	31	33
Moschus-Ambrette	6	7	7	6	7
Moschus-Xylol	6	7	7	6	7
Moschus-Mosken	3	3	3	3	3
Moschus-Tibeten	24	26	27	25	26
Moschus-Keton	3	3	3	3	3
	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]	BG [ng/l]
Cashmeran	24	26	27	25	26
Celestolid	47	52	55	50	52
Phantolid	24	26	27	25	26
Galaxolid	118	131	137	126	130
Traesolid	47	52	55	50	52
Tonalid	59	66	69	63	65
Moschus-Ambrette	12	13	14	13	13
Moschus-Xylol	12	13	14	13	13
Moschus-Mosken	6	7	7	6	7
Moschus-Tibeten	47	52	55	50	52
Moschus-Keton	6	7	7	6	7

Datum

für den Inhalt verantwortlich

13. Februar 2003

Dr. Gundi Lorbeer