WaBoLu
1
02
ISSN
0175-4211

Umwelt-Survey 1998
Band III:
Human-Biomonitoring

Stoffgehalte in Blut und Urin der Bevölkerung in Deutschland

von

K. Becker, S. Kaus, C. Krause, P. Lepom,

C. Schulz, M. Seiwert, B. Seifert

Die diesem Berichtsband zugrunde liegenden Arbeiten wurden im Rahmen des vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit geförderten Forschungsvorhabens "Umwelt-Survey in der Bundesrepublik Deutschland 1998" (F+E 598 62 001) durchgeführt.

Diese WaBoLu-Veröffentlichung kann bezogen werden bei
Vorauszahlung von 10,- Euro
durch Post- bzw. Banküberweisung,
Verrechnungsscheck oder Zahlkarte auf das

Konto Nummer 4327 65 - 104 bei der
Postbank Berlin (BLZ 10010010)
Fa. Werbung und Vertrieb,
Ahornstraße 1-2,
10787 Berlin

Parallel zur Überweisung richten Sie bitte
eine schriftliche Bestellung mit Nennung
der **WaBoLu-Hefte-Nummer** sowie des **Namens**
und der **Anschrift des Bestellers** an die
Firma Werbung und Vertrieb.

Herausgeber: Umweltbundesamt -
Postfach 33 00 22
14191 Berlin
Tel.: 030/8903-0
Telex: 183 756
Telefax: 030/8903 2285
Internet: http://www.umweltbundesamt.de

Redaktion: Fachgebiet II 1.4 (K)
Dr. Kerstin Becker
Susanne Kaus

Berlin, März 2002

Umwelt-Survey 1998
Band III:
Human-Biomonitoring
Stoffgehalte in Blut und Urin der Bevölkerung in Deutschland

Durchführung:	Umweltbundesamt, Corrensplatz 1, 14195 Berlin, Robert Koch-Institut - Bundesinstitut für Infektionskrankheiten und nicht übertragbare Krankheiten -, I + G Gesundheitsforschung, München
Auftraggeber:	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU)
Projektleitung:	Dr. C. Krause / C. Schulz
Berichterstatter:	K. Becker, S. Kaus, C. Krause, P. Lepom, C. Schulz, M. Seiwert, B. Seifert
unter weiterer Mitarbeit von:	C. Englert, Dr. N. Englert, P. Kressner, C. Lusansky, F. Perssen, H. Pick-Fuß, E. Warmbrunn-Suckrow, L. Windmüller; Feldteams der Gesundheits-Surveys; I + G Gesundheitsforschung München; Dr. G. Merkel, Medizinische Fakultät der Universität Rostock; Prof. Dr. J. Angerer, Institut und Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin der Universität Erlangen-Nürnberg; Dr. W. Thierfelder, Robert Koch-Institut, Berlin; Dr. J. Begerow, Medizinisches Institut für Umwelthygiene der Universität Düsseldorf.
Danksagung:	Wir möchten an dieser Stelle allen Beteiligten an dieser Studie und den Bürgern, die an dieser zeitintensiven Untersuchung teilgenommen haben, sowie den Mitarbeitern der örtlichen Gesundheits- und Umweltämter, Krankenhäuser, Rathäuser usw., die uns bei der Durchführung unterstützt haben, unseren herzlichen Dank aussprechen.

Vorwort

Im Zeitraum von 1997 bis 1999 wurde in der Bundesrepublik Deutschland der 3. Umwelt-Survey (Umwelt-Survey 1998) durchgeführt. Wie seine Vorgänger dient er der Ermittlung und Aktualisierung repräsentativer Daten über die bestehenden korporalen Schadstoffbelastungen und Schadstoffbelastungen im häuslichen Bereich. Untersucht wurde eine repräsentative Querschnittsstichprobe der 18- bis 69-jährigen Wohnbevölkerung in der Bundesrepublik. Das Erhebungsinstrumentarium umfasst Blut- und Urinproben der Probanden sowie Hausstaub- und Trinkwasserproben aus ihren Haushalten. Parallel dazu wurde zur Ergänzung der Messdaten eine Fragebogenerhebung zu expositionsrelevanten Verhaltensweisen und Bedingungen in den Haushalten und in der Wohnumgebung durchgeführt.

Die Auswertung und Darstellung des sehr umfangreichen Datenmaterials erfolgt in der bewährten Form von Berichtsbänden.

Band I: Umwelt-Survey 1998. Studienbeschreibung

Band II: Umwelt-Survey 1998. Fragebogendaten zur Expositionsabschätzung in Deutschland

Band III: Umwelt-Survey 1998. Human-Biomonitoring: Stoffgehalte in Blut und Urin der Bevölkerung in Deutschland

Band IV: Umwelt-Survey 1998. Trinkwasser: Elementgehalte in Stagnationsproben des häuslichen Trinkwassers der Bevölkerung in Deutschland

Band V: Umwelt-Survey 1998. Hausstaub: Stoffgehalte im Hausstaub aus Haushalten der Bevölkerung in Deutschland

Der vorliegende Berichtsband III enthält die Ergebnisse des Human-Biomonitorings, d.h. die Deskription der Stoffgehalte in Blut und Urin der Bevölkerung in Deutschland. Untersucht wurden Blei, Cadmium und Quecksilber im Blut; Arsen, Cadmium und Quecksilber im Urin; chlororganische Verbindungen (HCB, HCH, DDE, PCB) im Blut; Metabolite der polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK), Pentachlorphenol (PCP) und andere Chlorphenole, Edelmetalle, Nikotin und Cotinin sowie Creatinin im Urin.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung **1**

Summary **5**

1 Einleitung **9**

2 Material und Methoden **11**

2.1 Studiendesign 11
2.1.1 Stichprobenziehung 11
2.1.2 Studienpopulation 12
2.1.3 Untersuchte Parameter und Erhebungsinstrumente 14
2.1.4 Felduntersuchung 16

2.2 Analytische Methoden 17
2.2.1 Arsen, Blei, Cadmium und Quecksilber in Blut und Urin 17
2.2.2 α-, β-, γ-HCH, HCB, DDE, PCB 138, PCB 153 und PCB 180 im Blut 19
2.2.3 PAK-Metabolite im Urin 21
2.2.4 PCP und weitere Chlorphenole im Urin 22
2.2.5 Edelmetalle im Urin 23
2.2.6 Nikotin und Cotinin im Urin 25
2.2.7 Creatinin im Urin 26

2.3 Auswertung und Darstellung der Daten 27
2.3.1 Datengewichtung 27
2.3.2 Zielvariablen 28
2.3.3 Auswahl der Gliederungsmerkmale 28
2.3.5 Intervalle für Populationsperzentile zur Ermittlung von Referenzwerten 30
2.3.6 Zeitlicher Vergleich 31
2.3.7 Vergleich mit Literaturdaten 32

3 Schwermetalle (Pb, Cd, Hg) und Arsen in Blut und Urin **33**

3.1 Arsen im Urin 35
3.1.1 Ergebnisse 35
3.1.2 Zeitlicher Vergleich 41
3.1.3 Diskussion 42

3.2 Blei im Blut 47
3.2.1 Ergebnisse 47
3.2.2 Zeitlicher Vergleich 51
3.2.3 Diskussion 52

3.3 Cadmium im Blut und im Urin 59
3.3.1 Ergebnisse 59
3.3.1.1 Cadmium im Blut 59
3.3.1.2 Cadmium im Urin 63
3.3.2 Zeitlicher Vergleich 71
3.3.3 Diskussion 75

3.4 Quecksilber im Blut und im Urin 81
3.4.1 Ergebnisse 81
3.4.1.1 Quecksilber im Blut 81
3.4.1.2 Quecksilber im Urin 85
3.4.2 Zeitlicher Vergleich 88
3.4.3 Diskussion 91
3.5 Umweltmedizinische Bewertung 97

4 Organochlorverbindungen im Blut 103

4.1 Ergebnisse 105
4.1.1 PCB 105
4.1.2 DDE 114
4.1.3 HCB 119
4.1.4 HCH 122
4.2 Diskussion 126

5 Weitere Stoffe und Metabolite im Urin 139

5.1 Metabolite der PAK 139
5.1.1 Ergebnisse 141
5.1.1.1 1-Hydroxypyren 141
5.1.1.2 Hydroxyphenanthrene 146
5.1.2 Zeitlicher Vergleich 163
5.1.3 Diskussion 166

5.2 PCP und andere Chlorphenole 173
5.2.1 Ergebnisse 174
5.2.2 Zeitlicher Vergleich 194
5.2.3 Diskussion 194
5.2.4 Umweltmedizinische Bewertung 196

5.3 Edelmetalle 199
5.3.1 Ergebnisse 200
5.3.2 Diskussion 207

5.4 Nikotin und Cotinin 209
5.4.1 Ergebnisse 210
5.4.2 Diskussion 215

5.5 Urincharakteristika 217
5.5.1 Creatinin 217
5.5.2 Retentionszeit und Uringewicht 217

6 Schlussfolgerungen 223

7 Literatur 225

8 Verzeichnisse 243

8.1 Verzeichnis der Abkürzungen 243
8.2 Tabellenverzeichnis 244
8.3 Abbildungsverzeichnis 251

9 Anhang 257

9.1 Erläuterung der Gliederungsmerkmale 257
9.2 Korrelationen zwischen den Stoffgehalten 269
9.3 Assoziationen zwischen den Gliederungsmerkmalen 275
9.4 Konfidenzintervalle für Populationsperzentile 285

9.5 Histogramme und Abbildungen der Perzentilfunktionen 289
9.5.1 Arsen, Blei, Cadmium und Quecksilber in Blut und Urin 291
9.5.2 Organochlorverbindungen im Blut 301
9.5.3 Metaboliten der PAK im Urin 307
9.5.4 Chlorphenole im Urin 317
9.5.5 Edelmetalle im Urin 329
9.5.6 Nikotin und Cotinin im Urin 335
9.5.7 Creatinin im Urin 339

Zusammenfassung

Der Umwelt-Survey ist eine repräsentative Bevölkerungsstudie zur Ermittlung der Schadstoffbelastung der Allgemeinbevölkerung in Deutschland. Die Studie wurde im Jahr 1998 zum dritten Mal durchgeführt und führt die vorangegangenen Erhebungen der Jahre 1985/86 und 1990/91 in den alten und 1991/92 in den neuen Bundesländern fort. Die Auswahl der untersuchten Querschnittsstichprobe der Bevölkerung erfolgte nach einem mehrfach geschichteten Auswahlverfahren, wobei die Merkmale Geschlecht, Lebensalter, Gemeindegröße und der Wohnort in den alten oder neuen Bundesländern berücksichtigt wurden. Insgesamt nahmen 4822 Personen aus 120 Erhebungsorten im Alter von 18 bis 69 Jahren an der Untersuchung teil.

Wie die früheren Studien besteht auch der Umwelt-Survey 1998 aus drei wesentlichen Bereichen: Mit Hilfe des Human-Biomonitorings wurde über die Analyse von Blut- und Urinproben die interne Belastung des Menschen durch Umweltschadstoffe erfasst. Die Ermittlung der Belastungen im häuslichen Bereich umfasst die Analyse des in den Haushalten entnommenen Trinkwassers sowie des Hausstaubes. Schließlich wurden durch Befragung der Probanden Informationen zu Expositionsbedingungen gewonnen (Rauch- und Ernährungsgewohnheiten, Wohnsituation, Wohnungsumgebung).

Im Rahmen des Human-Biomonitorings, dessen Ergebnisse den Gegenstand des vorliegenden Berichtes bilden, erfolgte die Untersuchung von Arsen, Blei, Cadmium und Quecksilber in Blut und Urin, von polychlorierten Biphenylen (PCB), DDE, Hexachlorbenzol (HCB) und Hexachlorcyclohexan (HCH) im Blut sowie von Metaboliten der polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK), von Pentachlorphenol (PCP) und anderen Chlorphenolen, von Edelmetallen (Gold, Platin, Iridium), Nikotin und Cotinin im Urin.

Die Verteilungen der ermittelten Schadstoffgehalte sind in **Tabelle 1** unter Angabe verschiedener Perzentile und Mittelwerte für die 18- bis 69-jährige Bevölkerung in Deutschland zusammenfassend wiedergegeben. So betragen die mittleren Gehalte (geometrische Mittelwerte) im Blut 31 µg/l, 0,44 µg/l und 0,6 µg/l für Blei, Cadmium und Quecksilber. Im Urin wurden für Arsen, Cadmium und Quecksilber Mittelwerte von 3,9 µg/l, 0,23 µg/l und 0,4 µg/l gefunden oder - bezogen auf Creatinin - von 3,1 µg/g, 0,18 µg/g und 0,3 µg/g Creatinin.

Der Umwelt-Survey 1990/92 hatte in den alten und neuen Bundesländern kein unterschiedliches Belastungsniveau für Arsen im Urin und Blei im Blut ergeben. In beiden Landesteilen haben die Arsen- und Bleigehalte zwischen 1990/92 und 1998 abgenommen, deutlicher jedoch in den alten Bundesländern, so dass die Bevölkerung der neuen Bundesländer in beiden Fällen höhere mittlere Gehalte aufweist als die Bevölkerung der alten Bundesländer.

Die 1992 ermittelte höhere korporale Belastung der 25- bis 69-jährigen Bevölkerung der neuen Bundesländer mit Cadmium und Quecksilber ist 1998 nicht mehr festzustellen. So hat der mittlere Cadmiumgehalt im Urin in den neuen Bundesländern von 0,35 µg/l auf 0,25 µg/l abgenommen und unterscheidet sich nicht signifikant von dem mittleren Gehalt in den alten Bundesländern. Der mittlere Quecksilbergehalt im Blut hat in den neuen Bundesländern von 0,71 µg/l auf 0,62 µg/l abgenommen und in den alten Bundesländern von 0,46 µg/l auf 0,60 µg/l zugenommen.

Organochlorverbindungen wurden im Rahmen des Umwelt-Surveys 1998 erstmalig in das Untersuchungsprogramm aufgenommen und im Blut von rund 2800 Probanden untersucht. Die

mittleren Gehalte betragen 0,42 µg/l bei PCB 138, 0,68 µg/l bei PCB 153, 0,44 µg/l bei PCB 180, 1,58 µg/l bei DDE und 0,44 µg/l bei HCB. Meist lagen die Gehalte an α- und γ-HCH unterhalb der Bestimmungsgrenze von 0,1 µg/l. 34 % der Probanden wiesen einen bestimmbaren Gehalt an β-HCH auf.

Bei der Bevölkerung der neuen Bundesländer ist der mittlere DDE-Gehalt deutlich höher, die Gehalte der PCB sind hingegen geringer als bei der Bevölkerung der alten Bundesländer. Bedingt durch die Neigung der Organochlorverbindungen zur Akkumulation im menschlichen Körper, nimmt der mittlere Gehalt im Blut der Bevölkerung mit dem Lebensalter zu.

Metabolite der PAK wurden bei einem Unterkollektiv von 573 Probanden untersucht. Die wichtigste Expositionsquelle für PAK ist das Tabakrauchen. Nichtraucher weisen einen mittleren 1-Hydroxypyrengehalt im Urin von 0,10 µg/l auf und Raucher einen mittleren Gehalt von 0,25 µg/l. Raucher weisen gegenüber Nichtrauchern auch höhere Hydroxyphenanthrengehalte im Urin auf. Die Gehalte der PAK-Metabolite im Urin von Nie-Rauchern in den neuen Bundesländern haben sich seit 1990/92 deutlich verringert und dem Niveau in den alten Bundesländern angenähert.

PCP und andere Chlorphenole wurden im Urin von rund 700 Probanden des Umwelt-Surveys 1998 analysiert. Der mittlere Gehalt an PCP beträgt 1,0 µg/l. Der Vergleich mit den Daten von 1990/92 ergibt eine deutliche Verringerung des mittleren PCP-Gehaltes im Urin der deutschen Bevölkerung von 2,7 µg/l auf 1,0 µg/l. Die mittleren Gehalte anderer Chlorphenole betragen für 4-Monochlorphenol 4,9 µg/l, 2,4-Dichlorphenol 0,5 µg/l, 2,5-Dichlorphenol 1,9 µg/l, 2,6-Dichorphenol < 0,1 µg/l, 2,3,4-Trichlorphenol < 0,1 µg/l, 2,4,5-Trichlorphenol 0,24 µg/l, 2,4,6-Trichlorphenol 0,46 µg/l und 2,3,4,6-Tetrachlorphenol 0,30 µg/l.

Edelmetalle verbreiten sich zunehmend in der Umwelt, vor allem bedingt durch ihren Einsatz in Automobilkatalysatoren und wurden daher 1998 in das Untersuchungsprogramm des Umwelt-Surveys aufgenommen. Gold, Platin und Iridium wurden im Urin von 1080 Probanden analysiert, wobei sich mittlere Gehalte von 46 ng/l, 2,2 ng/l und 0,2 ng/l ergaben. Die Zahl der Zahninlays, -kronen und -brückenglieder hat einen deutlichen Einfluss auf den mittleren Gold- und Platingehalt im Urin. Ein signifikanter Einfluss des Straßenverkehrs konnte nicht nachgewiesen werden.

Nikotin und Cotinin sind gebräuchliche Marker für eine Exposition gegenüber Tabakrauch. Nieraucher weisen einen mittleren Nikotingehalt im Urin von weniger als 2 µg/l und einen Cotiningehalt von weniger als 4 µg/l auf. In Abhängigkeit von der Zahl der täglich konsumierten Zigaretten steigt der Nikotin- und auch der Cotiningehalt im Urin und erreicht, bei einem Konsum von mehr als 20 Zigaretten pro Tag, einen Wert von 1080 µg/l bzw. 2060 µg/l. Eine Passivrauchbelastung lässt sich anhand des Nikotin- und Cotiningehaltes im Urin ebenfalls nachweisen.

Mit dem vorliegenden Bericht werden repräsentative Daten für eine umweltbezogene Gesundheitsbeobachtung und -berichterstattung auf nationaler Ebene bereitgestellt. Sie dienen als Grundlage für die Erstellung von Referenzwerten, welche die Belastung der Bevölkerung mit Umweltschadstoffen beschreiben. Es werden zeitliche Trends und regionale Unterschiede in der Schadstoffbelastung aufgezeigt und Belastungspfade identifiziert. Die Ergebnisse des Umwelt-Surveys dienen u.a. einer bundeseinheitlichen Vorgehensweise bei Bewertungsfragen, der gesundheitsbezogenen Umweltberichterstattung sowie der Konzeption und Überprüfung von Präventions-, Interventions- und Verminderungsstrategien im Rahmen von gesundheits- und umweltpolitischen Maßnahmen.

Tab. 1: Elemente und Verbindungen in Blut und Urin der 18 bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland

	BG	N	n<BG	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Arsen, Blei, Cadmium und Quecksilber in Blut und Urin												
Arsen (µg/l Urin)	0,6	4741	208	1,2	4,1	12,0	18,9	35,4	157	6,41	**3,92**	3,81 - 4,03
Arsen (µg/g Crea)		4730		1,0	3,0	9,7	15,2	27,6	163	4,92	**3,08**	3,00 - 3,16
Blei (µg/l Blut)	4	4646	9	16	31	58	71	94	380	35,6	**30,7**	30,2 - 31,2
Cadmium (µg/l Blut)	0,12	4645	837	0,15	0,38	1,73	2,34	3,18	16,0	0,70	**0,44**	0,42 - 0,45
Cadmium (µg/l Urin)	0,05	4740	152	0,08	0,22	0,68	0,96	1,34	31,5	0,335	**0,227**	0,221 - 0,232
Cadmium (µg/g Crea)		4728		0,06	0,18	0,55	0,73	1,08	22,4	0,267	**0,178**	0,174 - 0,183
Quecksilber (µg/l Blut)	0,2	4645	584	<0,2	0,6	1,8	2,3	3,3	12,3	0,86	**0,58**	0,57 - 0,60
Quecksilber (µg/l Urin)	0,2	4741	1375	<0,2	0,4	2,2	3,3	5,1	34,8	0,89	**0,43**	0,41 - 0,44
Quecksilber (µg/g Crea)		4730		0,1	0,3	1,4	2,0	2,8	16,0	0,59	**0,34**	0,33 - 0,35
Organochlorverbindungen im Blut												
PCB 138 (µg/l Blut)	0,1	2823	89	0,2	0,5	1,1	1,4	1,8	6,3	0,56	**0,42**	0,41 - 0,43
PCB 153 (µg/l Blut)	0,1	2818	45	0,2	0,7	1,7	2,2	2,8	8,6	0,90	**0,68**	0,66 - 0,70
PCB 180 (µg/l Blut)	0,1	2822	160	0,1	0,5	1,3	1,5	1,9	9,2	0,61	**0,44**	0,42 - 0,45
Σ PCB (µg/l Blut)		2815		0,6	1,7	4,0	5,0	6,4	18,8	2,07	**1,57**	1,52 - 1,61
DDE (µg/l Blut)	0,1	2824	7	0,5	1,5	6,0	8,7	13,2	45,0	2,62	**1,58**	1,53 - 1,64
HCB (µg/l Blut)	0,1	2823	172	0,1	0,4	1,8	2,5	4,1	55,6	0,79	**0,44**	0,42 - 0,45
α-HCH (µg/l Blut)	0,1	2811	2763	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,38	<0,1	**<0,1**	
β-HCH (µg/l Blut)	0,1	2749	1822	<0,1	<0,1	0,3	0,5	0,9	7,8	0,16	**<0,1**	
γ-HCH (µg/l Blut)	0,1	2806	2660	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,15	4,69	<0,1	**<0,1**	
Metabolite der PAK im Urin												
1-OH-Pyren (µg/l Urin)	0,012	573	16	0,03	0,14	0,51	0,73	1,02	4,38	0,23	**0,13**	0,12 - 0,15
1-OH-Pyren (µg/g Crea)		573		0,04	0,10	0,33	0,48	0,71	1,99	0,16	**0,11**	0,10 - 0,11
1-OH-Phen. (µg/l Urin)	0,016	573	6	0,14	0,39	1,02	1,42	2,01	9,30	0,54	**0,38**	0,36 - 0,41
1-OH-Phen. (µg/g Crea)		573		0,13	0,31	0,75	0,95	1,27	2,27	0,39	**0,31**	0,29 - 0,33
2/9-OH-Phen. (µg/l Urin)	0,004	573	4	0,09	0,25	0,63	0,85	1,02	3,54	0,33	**0,24**	0,22 - 0,25
2/9-OH-Phen. (µg/g Crea)		573		0,08	0,20	0,44	0,56	0,79	2,03	0,24	**0,19**	0,18 - 0,20
3-OH-Phen. (µg/l Urin)	0,005	573	2	0,09	0,31	0,87	1,14	1,66	4,62	0,43	**0,29**	0,27 - 0,32
3-OH-Phen. (µg/g Crea)		573		0,10	0,24	0,58	0,80	1,00	2,08	0,30	**0,24**	0,22 - 0,25
Σ OH-Phen. (µg/l Urin)		573		0,34	0,98	2,44	3,44	4,38	15,9	1,29	**0,95**	0,88 - 1,01
Σ OH-Phen. (µg/g Crea)		573		0,34	0,77	1,77	2,17	3,11	4,50	0,93	**0,76**	0,72 - 0,80

Anmerkungen: BG = Bestimmungsgrenze; N = Stichprobenumfang; n<BG = Anzahl der Werte unter BG;
P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel;
GM = geometrisches Mittel; KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM;
Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt; Crea: Creatinin im Urin;
Σ PCB: PCB 138, PCB 153, PCB 180;
Σ OH-Phen.: 1-Hydroxy-, 2/9-Hydroxy- und 3-Hydroxyphenanthren;
wenn GM und/oder untere Grenze des KI < BG, keine Angabe von KI GM

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

Tab. 1: - Fortsetzung -

	BG	N	n<BG	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Chlorphenole im Urin												
4-MCP (µg/l Urin)	0,1	692	0	2,1	4,5	11,7	17,0	26,2	265	6,83	**4,88**	4,62 - 5,14
4-MCP (µg/g Crea)		692		1,7	3,6	9,6	14,5	23,3	411	5,92	**3,92**	3,71 - 4,15
2,4-DCP (µg/l Urin)	0,1	692	64	0,1	0,5	2,2	4,2	20,3	339	2,25	**0,54**	0,49 - 0,59
2,4-DCP (µg/g Crea)		692		0,1	0,4	1,6	2,7	7,4	168	1,43	**0,43**	0,40 - 0,47
2,5-DCP (µg/l Urin)	0,1	692	1	0,4	1,5	12,4	27,0	129	1550	16,7	**1,85**	1,66 - 2,07
2,5-DCP (µg/g Crea)		692		0,4	1,1	8,4	19,9	62,3	1230	12,1	**1,49**	1,35 - 1,65
2,6-DCP (µg/l Urin)	0,1	692	524	<0,1	<0,1	0,2	0,4	0,6	3,4	0,12	**<0,1**	
2,6-DCP (µg/g Crea)		692		0,02	0,1	0,2	0,2	0,5	2,7	0,09	**0,06**	0,05 - 0,06
2,3,4-TCP (µg/l Urin)	0,1	692	596	<0,1	<0,1	0,1	0,2	0,4	1,6	<0,1	**<0,1**	
2,3,4-TCP (µg/g Crea)		692		0,02	0,05	0,1	0,2	0,3	1,4	0,07	**0,05**	0,05 - 0,05
2,4,5-TCP (µg/l Urin)	0,1	692	95	<0,1	0,3	0,7	0,9	1,4	3,8	0,36	**0,24**	0,23 - 0,26
2,4,5-TCP (µg/g Crea)		692		0,1	0,2	0,5	0,6	1,1	3,0	0,26	**0,20**	0,19 - 0,21
2,4,6-TCP (µg/l Urin)	0,1	692	11	0,2	0,4	1,1	1,3	1,9	7,3	0,59	**0,46**	0,44 - 0,49
2,4,6-TCP (µg/g Crea)		692		0,2	0,3	0,7	1,0	1,4	4,1	0,44	**0,37**	0,36 - 0,39
2,3,4,6-TeCP (µg/l Urin)	0,3	692	314	<0,3	0,3	0,8	1,3	2,3	5,8	0,44	**0,30**	
2,3,4,6-TeCP (µg/g Crea)		692		0,1	0,2	0,6	0,9	1,3	5,2	0,33	**0,25**	0,23 - 0,26
PCP (µg/l Urin)	0,6	691	175	<0,6	1,0	3,4	5,0	6,7	19,1	1,61	**1,04**	0,97 - 1,11
PCP (µg/g Crea)		691		0,3	0,8	2,2	3,0	4,3	16,8	1,13	**0,83**	0,79 - 0,88
Edelmetalle im Urin												
Gold (ng/l Urin)	0,1	1080	0	13,2	45,5	163	239	416	2120	81,6	**45,5**	42,7 - 48,4
Gold (ng/g Crea)		1080		11,6	34,8	113	178	329	4300	62,7	**36,4**	34,4 - 38,6
Iridium (ng/l Urin)	0,1	1080	257	0,1	0,3	0,9	1,1	1,5	16,5	0,41	**0,24**	0,22 - 0,25
Iridium (ng/g Crea)		1080		0,03	0,2	0,9	1,4	2,4	10,5	0,41	**0,19**	0,18 - 0,21
Platin (ng/l Urin)	0,1	1080	25	0,5	2,1	11,0	23,7	41,7	185	5,58	**2,18**	2,01 - 2,36
Platin (ng/g Crea)		1080		0,3	1,8	11,2	18,9	28,3	210	4,71	**1,75**	1,60 - 1,90
Nikotin, Cotinin im Urin												
Nikotin (µg/l Urin)	2	4739	2526	<2	<2	1270	2110	3310	10000	366	**10,5**	9,7 - 11,5
Nikotin (µg/g Crea)		4728		1	2	917	1540	2410	14800	268	**8,3**	7,6 - 9,0
Cotinin (µg/l Urin)	4	4739	2471	<4	<4	2180	2790	3560	6630	560	**21,4**	19,7 - 23,3
Cotinin (µg/g Crea)		4728		1	4	1530	2240	3080	11000	428	**16,8**	15,5 - 18,3
Creatinin im Urin												
Creatinin (g/l Urin)		4730		0,57	1,38	2,58	2,95	3,47	5,00	1,49	**1,27**	1,25 - 1,30

Anmerkungen: BG = Bestimmungsgrenze; N = Stichprobenumfang; n<BG = Anzahl der Werte unter BG; P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel; KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM; Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt; Crea: Creatinin im Urin; wenn GM und/oder untere Grenze des KI < BG, keine Angabe von KI GM

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

Summary

The German Environmental Survey (GerES) is a representative population study to determine the exposure of Germany's general population to contaminants. The study was repeated for the third time in 1998 (GerES III). This survey is a continuation of the surveys conducted in 1985/86 and 1990/91 in West-Germany and in 1991/92 in East-Germany (former GDR). A stratified random procedure was used to select the cross-sectional population sample, taking into account the parameters gender, age, community size and place of residence (West- or East-Germany). A total of 4822 persons between 18 and 69 years of age from 120 localities participated in GerES III.

Like the earlier studies, the 1998 Environmental Survey comprised three main areas: Human biomonitoring consisted of the analysis of blood and urine samples to determine levels of internal exposure to environmental contaminants. Determination of exposure in the home covered the analysis of domestic tap water and house dust. Finally, information on exposure conditions was collected by way of questionnaire-based interviews (smoking and eating habits, housing situation, residential environment).

Human biomonitoring, whose results are the subject of this report, comprised the determination of arsenic, lead, cadmium and mercury in blood and urine, polychlorinated biphenyls (PCBs), DDE, hexachlorobenzene (HCB) and hexachlorocyclohexane (HCH) in blood, and metabolites of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs), pentachlorophenol (PCP), other chlorophenols, precious metals (gold, platinum, iridium), nicotine and cotinine in urine.

Table S1 presents a summary of the distributions of the contaminant levels determined for the German population aged 18-69, showing different percentiles and mean values. For example, the mean concentrations of lead, cadmium and mercury in blood are 31 µg/l, 0.4 µg/l and 0.6 µg/l, respectively. For arsenic, cadmium and mercury, the mean levels in urine were determined to be 3.9 µg/l, 0.2 µg/l and 0.4 µg/l or -related to creatinine- 3.1 µg/g, 0.2 µg/g and 0.3 µg/g creatinine, respectively.

The 1990/92 Environmental Survey showed no difference between West- and East-Germany in terms of arsenic levels in urine and lead levels in blood. In both parts of the country, arsenic and lead levels fell between 1990/92 and 1998, although the decrease was more pronounced in West-Germany. This means that in both cases, the population of East-Germany exhibits higher mean levels than the population of West-Germany.

The finding from 1992, that body burdens of cadmium and mercury are higher for eastern Germany's population aged 25-69, was not obtained again in 1998. In East-Germany, the mean cadmium level in urine fell from 0.35 µg/l to 0.25 µg/l and does not differ significantly from the mean level in West-Germany. The mean mercury concentration in blood decreased from 0.71 µg/l to 0.62 µg/l in East-Germany and rose from 0.46 µg/l to 0.60 µg/l in West-Germany.

In 1998 organochlorine compounds were integrated into the programme of GerES for the first time, and determined in blood samples of about 2800 subjects. The mean levels are 0.42 µg/l for PCB-138, 0.68 µg/l for PCB-153, 0.44 µg/l for PCB-180, 1.58 µg/l for DDE and 0.44 µg/l for

HCB. Concentrations of α-, β- and γ-HCHs were mostly below the limit of quantification 0.1 µg/l. Detectable levels of β-HCH were found in only 34% of the subjects.

The East-German population exhibits a significantly higher mean DDE level while PCB levels are lower in the East-German than in the West-German population. As organochlorine compounds tend to accumulate in the human body, the population's mean levels in blood increase with age.

PAH metabolites were examined in a sub-group of 573 subjects. Tobacco smoking is the single most important source of exposure of the general population to PAHs. The mean concentration of 1-hyroxypyrene in urine was found to be 0.10 µg/l for non-smokers and 0.25 µg/l for smokers. Compared to non-smokers, smokers also exhibit higher mean levels of hydoxyphenanthrenes in urine. Levels of PAH metabolites in urine of never-smokers have fallen significantly in East-Germany since 1990/92, approaching the level found in West-Germany.

PCP and other chlorophenols in urine were determined in about 700 subjects of GerES III. The mean PCP concentration was 1.04 µg/l. A comparison with the data from 1990/92 shows a significant decrease, from 2.7 µg/l to 1.0 µg/l, in the mean urine PCP level of the German population. The mean levels of other chlorophenols in 1998 are 4.9 µg/l for 4-monochlorophenol, 0.5 µg/l for 2,4-dichlorophenol, 1.9 µg/l for 2,5-dichlorophenol, <0.1 µg/l for 2,6-dichlorophenol, <0.1 µg/l for 2,3,4-trichlorophenol, 0.24 µg/l for 2,4,5-trichlorophenol, 0.46 µg/l for 2,4,6-trichlorophenol and 0.3 µg/l for 2,3,4,6-tetrachlorophenol.

The occurrence of precious metals in the environment is increasing, due primarily to their use in catalytic converters for motor vehicles, and they were therefore integrated into the study programme in 1998. Urine samples of 1080 subjects were analysed for gold, platinum and iridium, resulting in mean concentrations of 46 ng/l, 2.2 ng/l and 0.2 ng/l. The number of dental inlays, crowns and bridge elements has a clear influence on the mean levels of gold and platinum in urine. Road traffic was not found to be a significant factor.

Nicotine and cotinine are common markers for exposure to tobacco smoke. Non-smokers exhibit a mean nicotine level in urine of less than 2 µg/l and a cotinine level of less than 4 µg/l. Nicotine and cotinine levels in urine increase as a function of the number of cigarettes smoked per day, reaching values of 1080 µg/l and 2060 µg/l, respectively, when consumption exceeds 20 cigarettes per day. Exposure to environmental tobacco smoke is also reflected by nicotine and cotinine levels in urine.

The present report provides representative data for environmentally related health monitoring and reporting at national level. The data serve as the basis for the formulation of reference values characterising the population's internal exposure to environmental contaminants. The report shows trends over time and regional differences in pollution, and identifies exposure pathways. The results of the Environmental Survey serve *inter alia* to achieve nationally harmonised methodologies for assessment, health-related environmental reporting, and the development and monitoring of prevention, intervention and abatement strategies within the scope of health and environmental policy actions.

Table S1: Elements and pollutants in blood and urine of the 18 to 69 year old population in Germany

	LOQ	N	n<LOQ	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	CI GM
Arsenic, cadmium, lead, and mercury in blood and urine												
Arsenic (µg/l urine)	0.6	4741	208	1.2	4.1	12.0	18.9	35.4	157	6.41	**3.92**	3.81 - 4.03
Arsenic (µg/g crea)		4730		1.0	3.0	9.7	15.2	27.6	163	4.92	**3.08**	3.00 - 3.16
Cadmium (µg/l blood)	0.12	4645	837	0.15	0.38	1.73	2.34	3.18	16.0	0.70	**0.44**	0.42 - 0.45
Cadmium (µg/l urine)	0.05	4740	152	0.08	0.22	0.68	0.96	1.34	31.5	0.335	**0.227**	0.221 - 0.232
Cadmium (µg/g crea)		4728		0.06	0.18	0.55	0.73	1.08	22.4	0.267	**0.178**	0.174 - 0.183
Lead (µg/l blood)	4	4646	9	16	31	58	71	94	380	35.6	**30.7**	30.2 - 31.2
Mercury (µg/l blood)	0.2	4645	584	<0.2	0.6	1.8	2.3	3.3	12.3	0.86	**0.58**	0.57 - 0.60
Mercury (µg/l urine)	0.2	4741	1375	<0.2	0.4	2.2	3.3	5.1	34.8	0.89	**0.43**	0.41 - 0.44
Mercury (µg/g crea)		4730		0.1	0.3	1.4	2.0	2.8	16.0	0.59	**0.34**	0.33 - 0.35
Organochlorine compounds in blood												
PCB-138 (µg/l blood)	0.1	2823	89	0.2	0.5	1.1	1.4	1.8	6.3	0.56	**0.42**	0.41 - 0.43
PCB-153 (µg/l blood)	0.1	2818	45	0.2	0.7	1.7	2.2	2.8	8.6	0.90	**0.68**	0.66 - 0.70
PCB-180 (µg/l blood)	0.1	2822	160	0.1	0.5	1.3	1.5	1.9	9.2	0.61	**0.44**	0.42 - 0.45
Σ PCB (µg/l blood)		2815		0.6	1.7	4.0	5.0	6.4	18.8	2.07	**1.57**	1.52 - 1.61
DDE (µg/l blood)	0.1	2824	7	0.5	1.5	6.0	8.7	13.2	45.0	2.62	**1.58**	1.53 - 1.64
HCB (µg/l blood)	0.1	2823	172	0.1	0.4	1.8	2.5	4.1	55.6	0.79	**0.44**	0.42 - 0.45
α-HCH (µg/l blood)	0.1	2811	2763	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.38	<0.1	**<0.1**	
β-HCH (µg/l blood)	0.1	2749	1822	<0.1	<0.1	0.3	0.5	0.9	7.8	0.16	**<0.1**	
γ-HCH (µg/l blood)	0.1	2806	2660	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.15	4.69	<0.1	**<0.1**	
PAH-metabolites in urine												
1-OH-Pyrene (µg/l urine)	0.012	573	16	0.03	0.14	0.51	0.73	1.02	4.38	0.23	**0.13**	0.12 - 0.15
1-OH-Pyrene (µg/g crea)		573		0.04	0.10	0.33	0.48	0.71	1.99	0.16	**0.11**	0.10 - 0.11
1-OH-Phen. (µg/l urine)	0.016	573	6	0.14	0.39	1.02	1.42	2.01	9.30	0.54	**0.38**	0.36 - 0.41
1-OH-Phen. (µg/g crea)		573		0.13	0.31	0.75	0.95	1.27	2.27	0.39	**0.31**	0.29 - 0.33
2/9-OH-Phen. (µg/l urine)	0.004	573	4	0.09	0.25	0.63	0.85	1.02	3.54	0.33	**0.24**	0.22 - 0.25
2/9-OH-Phen. (µg/g crea)		573		0.08	0.20	0.44	0.56	0.79	2.03	0.24	**0.19**	0.18 - 0.20
3-OH-Phen. (µg/l urine)	0.005	573	2	0.09	0.31	0.87	1.14	1.66	4.62	0.43	**0.29**	0.27 - 0.32
3-OH-Phen. (µg/g crea)		573		0.10	0.24	0.58	0.80	1.00	2.08	0.30	**0.24**	0.22 - 0.25
Σ OH-Phen. (µg/l urine)		573		0.34	0.98	2.44	3.44	4.38	15.9	1.29	**0.95**	0.88 - 1.01
Σ OH-Phen. (µg/g crea)		573		0.34	0.77	1.77	2.17	3.11	4.50	0.93	**0.76**	0.72 - 0.80

Notes: LOQ = limit of quantification; N = sample size; n<LOQ = number of values below LOQ; values below LOQ are set at LOQ/2 for calculation purposes; 10, 50, 90, 95, 98 = percentiles; MAX = maximum value; AM = arithmetic mean; GM = geometric mean; CI GM = 95%-confidence interval for GM; crea = creatinine in urine; Σ PCB = PCB-138, PCB-153, PCB-180; Σ OH-phen. = 1-Hydroxy-, 2/9-Hydroxy- and 3-Hydroxyphenanthrene;

Source: UBA, German Environmental Survey 1998

Table S1: - continued -

	LOQ	N	n<LOQ	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	CI GM
Chlorophenols in urine												
4-MCP (µg/l urine)	0.1	692	0	2.1	4.5	11.7	17.0	26.2	265	6.83	**4.88**	4.62 - 5.14
4-MCP (µg/g crea)		692		1.7	3.6	9.6	14.5	23.3	411	5.92	**3.92**	3.71 - 4.15
2,4-DCP (µg/l urine)	0.1	692	64	0.1	0.5	2.2	4.2	20.3	339	2.25	**0.54**	0.49 - 0.59
2,4-DCP (µg/g crea)		692		0.1	0.4	1.6	2.7	7.4	168	1.43	**0.43**	0.40 - 0.47
2,5-DCP (µg/l urine)	0.1	692	1	0.4	1.5	12.4	27.0	129	1550	16.7	**1.85**	1.66 - 2.07
2,5-DCP (µg/g crea)		692		0.4	1.1	8.4	19.9	62.3	1230	12.1	**1.49**	1.35 - 1.65
2,6-DCP (µg/l urine)	0.1	692	524	<0.1	<0.1	0.2	0.4	0.6	3.4	0.12	**<0.1**	
2,6-DCP (µg/g crea)		692		0.02	0.1	0.2	0.2	0.5	2.7	0.09	**0.06**	0.05 - 0.06
2,3,4-TCP (µg/l urine)	0.1	692	596	<0.1	<0.1	0.1	0.2	0.4	1.6	<0.1	**<0.1**	
2,3,4-TCP (µg/g crea)		692		0.02	0.05	0.1	0.2	0.3	1.4	0.07	**0.05**	0.05 - 0.05
2,4,5-TCP (µg/l urine)	0.1	692	95	<0.1	0.3	0.7	0.9	1.4	3.8	0.36	**0.24**	0.23 - 0.26
2,4,5-TCP (µg/g crea)		692		0.1	0.2	0.5	0.6	1.1	3.0	0.26	**0.20**	0.19 - 0.21
2,4,6-TCP (µg/l urine)	0.1	692	11	0.2	0.4	1.1	1.3	1.9	7.3	0.59	**0.46**	0.44 - 0.49
2,4,6-TCP (µg/g crea)		692		0.2	0.3	0.7	1.0	1.4	4.1	0.44	**0.37**	0.36 - 0.39
2,3,4,6-TeCP (µg/l urine)	0.3	692	314	<0.3	0.3	0.8	1.3	2.3	5.8	0.44	**0.30**	
2,3,4,6-TeCP (µg/g crea)		692		0.1	0.2	0.6	0.9	1.3	5.2	0.33	**0.25**	0.23 - 0.26
PCP (µg/l urine)	0.6	691	175	<0.6	1.0	3.4	5.0	6.7	19.1	1.61	**1.04**	0.97 - 1.11
PCP (µg/g crea)		691		0.3	0.8	2.2	3.0	4.3	16.8	1.13	**0.83**	0.79 - 0.88
Gold, iridium and platinum in urine												
Gold (ng/l urine)	0.1	1080	0	13.2	45.5	163	239	416	2120	81.6	**45.5**	42.7 - 48.4
Gold (ng/g crea)		1080		11.6	34.8	113	178	329	4300	62.7	**36.4**	34.4 - 38.6
Iridium (ng/l urine)	0.1	1080	257	0.1	0.3	0.9	1.1	1.5	16.5	0.41	**0.24**	0.22 - 0.25
Iridium (ng/g crea)		1080		0.03	0.2	0.9	1.4	2.4	10.5	0.41	**0.19**	0.18 - 0.21
Platinum (ng/l urine)	0.1	1080	25	0.5	2.1	11.0	23.7	41.7	185	5.58	**2.18**	2.01 - 2.36
Platinim (ng/g crea)		1080		0.3	1.8	11.2	18.9	28.3	210	4.71	**1.75**	1.60 - 1.90
Nicotine, cotinine in urine												
Nicotine (µg/l urine)	2	4739	2526	<2	<2	1270	2110	3310	10000	366	**10.5**	9.7 - 11.5
Nicotine (µg/g crea)		4728		1	2	917	1540	2410	14800	268	**8.3**	7.6 - 9.0
Cotinine (µg/l urine)	4	4739	2471	<4	<4	2180	2790	3560	6630	560	**21.4**	19.7 - 23.3
Cotinine (µg/g crea)		4728		1	4	1530	2240	3080	11000	428	**16.8**	15.5 - 18.3
Creatinine in urine												
Creatinine (g/l urine)		4730		0.57	1.38	2.58	2.95	3.47	5.00	1.49	**1.27**	1.25 - 1.30

Notes: LOQ = limit of quantification; N = sample size; n<LOQ = number of values below LOQ; values below LOQ are set at LOQ/2 for calculation purposes; 10, 50, 90, 95, 98 = percentiles; MAX = maximum value; AM = arithmetic mean; GM = geometric mean; CI GM = 95%-confidence interval for GM; crea = creatinine

Source: UBA, German Environmental Survey 1998

1 Einleitung

Eines der wesentlichen Ziele der Umwelt-Surveys ist die Erfassung, Bereitstellung und Aktualisierung von repräsentativen Daten für eine umweltbezogene Gesundheitsbeobachtung und –berichterstattung auf nationaler Ebene. Die Daten dienen außerdem als Grundlage für die Erstellung von Referenzwerten über die Belastung der Bevölkerung mit Umweltschadstoffen mit dem Ziel einer bundesweit einheitlichen Beurteilung. Sie ermöglichen ferner das Aufzeigen von zeitlichen Trends und regionalen Unterschieden in der Belastung, die Identifikation und Quantifizierung von Belastungspfaden sowie die Konzeption und Überprüfung von Präventions-, Interventions- und Minderungsstrategien im Rahmen von gesundheits- und umweltpolitischen Maßnahmen.

Bereits 1985/86 wurde der erste Umwelt-Survey im Westen Deutschlands durchgeführt (Krause et al. 1989). Bei den damaligen Untersuchungen stand die Ermittlung der korporalen Belastung der 25- bis 69-jährigen deutschen Bevölkerung und der Belastung im häuslichen Bereich (Hausstaub, Trinkwasser) durch Schwermetalle im Vordergrund. Im Verlauf des Umwelt-Surveys 1990/91 ergab sich die Möglichkeit, auch die Bevölkerung in den neuen Bundesländern zu untersuchen (Umwelt-Survey 1991/92). Außerdem wurden 6- bis 14-jährige Kinder 1990/92 in die Untersuchungen einbezogen, und das Spektrum der untersuchten Schadstoffe wurde erweitert (Becker et al. 1997, Krause et al. 1996, Friedrich et al. 2001, Seifert et al. 2000a, Seifert et al. 2000b). Der Umwelt-Survey 1998 bezieht sich auf die erwachsene Wohnbevölkerung in der Bundesrepublik in der Altersgruppe zwischen 18 und 69 Jahren. Erstmalig wurde die Untersuchung auch auf deutsch sprechende, in Deutschland lebende Ausländer ausgedehnt.

Bei der Auswahl der in den Proben des Umwelt-Surveys zu bestimmenden Stoffe steht neben der umwelt- und gesundheitspolitischen Relevanz die durch den Stoff verursachte Belastung der Allgemeinbevölkerung im Vordergrund. Generell wurden solche Untersuchungsparameter ausgewählt, von denen bekannt ist oder vermutet wird, dass sie bei höherer Belastung zu gesundheitlichen Schäden führen. Hierzu gehören auch solche Parameter, die zwar ein niedriges Belastungsniveau in der Bevölkerung erreicht haben, aber in zeitlichen Abständen aus gesundheits- und umweltpolitischem Interesse kontrolliert werden und zur Aktualisierung von Referenzwerten für die Praxis dienen sollen. Ferner ist bei der Auswahl der zu analysierenden Stoffe und Fragestellungen die Verfügbarkeit einer standardisierten Analytik von Bedeutung, d.h. es sollten geprüfte Analysemethoden und die Möglichkeit einer externen Qualitätskontrolle für das Human-Biomonitoring zur Verfügung stehen. Bei der Stoff- und Probenauswahl sind auch die Praktikabilität im Feld, die Möglichkeit einer kontaminationsfreien Probenahme und die finanziellen Möglichkeiten zu berücksichtigen.

Aus organisatorischen und haushaltstechnischen Gründen musste der Umfang des Untersuchungsprogramms des Umwelt-Surveys 1998 gegenüber seinen Vorgängern verändert werden. So fanden keine Messungen des Staubniederschlages in den Wohnräumen und in der Außenluft statt. Ferner konnten nur wenige Fragen zu expositionsrelevanten Verhaltensweisen einbezogen werden. Auf der anderen Seite wurde das Spektrum der analysierten Schadstoffe deutlich erweitert: chlororganische Verbindungen im Blut, Metabolite der polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK) und Chlorphenole im Urin wurden in das Programm aufgenommen.

2 Material und Methoden

Im Folgenden werden das Studiendesign und die Durchführung der chemischen Analysen beschrieben. Außerdem werden Erläuterungen zur Auswertung und Darstellung der Daten gegeben.

2.1 Studiendesign

Im Folgenden werden die Stichprobenziehung, die Studienpopulation, die im Rahmen des Human-Biomonitoring untersuchten Parameter, die eingesetzten Erhebungsinstrumente und die Felduntersuchung kurz vorgestellt. Eine ausführliche Beschreibung der angewandten Methoden zur Stichprobenziehung, zu den Erhebungsinstrumenten (Fragebogen, Probenahmen), zur Analytik, zur Feldarbeit und der statistischen Auswertung sowie eine Übersicht über die untersuchten Parameter in den humanbiologischen und Haushaltsproben sind dem Band I: Studienbeschreibung (Schulz et al. 2002) zu entnehmen.

2.1.1 Stichprobenziehung

Für die 3. Erhebungsrunde des Umwelt-Surveys 1998 wurde analog zu den zwei bisherigen Umwelt-Surveys eine Teilstichprobe des Bundes-Gesundheitssurveys 1998 (BGS), der vom Robert Koch-Institut (RKI) durchgeführt wurde, herangezogen (Krause et al. 1998).

Nach einem mehrstufigen geschichteten Auswahlverfahren wurde eine Querschnittsstichprobe nach den Merkmalen alte und neue Bundesländer, Gemeindetyp, Alter und Geschlecht zufällig gezogen (Bellach et al. 1998). Die Grundgesamtheit stellte die 18- bis 79-jährige Wohnbevölkerung in Deutschland dar, die während des Befragungs- und Untersuchungszeitraumes in Privathaushalten lebte und in den Einwohnermeldeämtern mit Hauptwohnsitz gemeldet war. Damit wurden erstmalig ausländische Bürger mit Hauptwohnsitz in Deutschland in die Untersuchungen eingeschlossen, wobei ausreichend gute deutsche Sprachkenntnisse für die Teilnahme Voraussetzung waren. Ausgeschlossen wurden Personen, die in Kasernen, Altersheimen, Krankenhäusern, Heil- und Pflegeanstalten lebten.

Im Rahmen des Bundes-Gesundheitsurveys wurden in einem ersten Auswahlschritt aus der nach Gemeindetyp geschichteten Gemeindedatei der I+G-Gesundheitsforschung insgesamt 120 Untersuchungsorte zufällig ausgewählt, davon 40 Orte in den neuen und 80 in den alten Bundesländern. Dies entspricht einem disproportionalen Ansatz zu Gunsten der neuen Länder (Stichprobe 1:2, Population 1:4). Untersuchungsort ist im Prinzip ein Wahlbezirk, das bedeutet

- bei Gemeinden mit weniger als 50 000 Einwohnern die gesamte Gemeinde,
- bei Gemeinden mit 50 000 bis unter 100 000 Einwohnern ein Stadtteil,
- bei Gemeinden ab 100 000 Einwohnern ein oder mehrere Wahlbezirke.

Die folgende Auswahlstufe stellte die Ziehung der Personen dar. Über die Einwohnermelderegister wurde in jedem ausgewählten Untersuchungsort für jede Altersgruppe eine vom geschätzten Ausländeranteil abhängige Anzahl von Personen gezogen. Bei einem vorab ermittelten Ausländeranteil z.B. von 9 % (Bundesdurchschnitt) wurden 102 Personen ausgewählt und eingeladen, bei 30 % Ausländeranteil waren es 110 usw. (Schulz et al. 2002).

Die Bruttostichprobe des Bundes-Gesundheitssurveys umfasste 13 222 Personen. Nach Abzug qualitätsneutraler Ausfälle und bei einer Responserate von 65 % wurde eine Nettostichprobe von ca. 7 200 Personen erwartet. Wie bereits weiter oben erwähnt, wurde im Rahmen des Bundes-Gesundheitssurveys ein disproportionaler Ansatz zu Gunsten der neuen Länder gewählt. Für den Umwelt-Survey wurde ein solcher disproportionaler Ansatz für nicht notwendig erachtet, da für die Ermittlung von Unterschieden in der Belastung beider Teile des Landes auch bei proportionalem Ansatz eine ausreichende Fallzahl gewährleistet ist und zur Berichterstattung für Gesamtdeutschland die Ergebnisse der neuen Länder hätten 'herunter'gewichtet werden müssen (zum Thema „Gewichtung" vgl. Kap. 2.3: Auswertung und Darstellung der Daten).

Aufgrund der begrenzten Laborkapazitäten und des begrenzten Finanzrahmens wurde für den Umwelt-Survey eine Netto-Unterstichprobe von 4 500 Personen festgelegt, nämlich proportional 3 600 Personen aus 80 Untersuchungsorten der alten Bundesländer und 900 Personen aus 40 Untersuchungsorten der neuen Bundesländer im Alter von 18 bis 69 Jahren. Auf die Personen der höchsten Altersgruppe (70 bis 79 Jahre) wurde verzichtet, da einerseits diese Probanden besonders schwer erreichbar und motivierbar sind, und andererseits diese Altersgruppe in den vorangegangenen Umwelt-Surveys (1985/86 und 1990/92) ebenfalls nicht einbezogen war und somit die Vergleichbarkeit ohnehin nicht gegeben wäre.

Zur Erreichung dieser Netto-Unterstichprobe von mindestens 4 500 Personen wurden in den alten Ländern alle Teilnehmer des Bundes-Gesundheitssurveys im Alter zwischen 18 und 69 Jahren und in den neuen Bundesländern nur jeder zweite 18- bis 69-jährige Teilnehmer des Bundes-Gesundheitssurveys (gerade Bruttoendziffer) zum Umwelt-Survey eingeladen. Dieser Algorithmus stellte die letzte Auswahlstufe dar.

Im Laufe der Feldarbeit wurde erkennbar, dass die Bereitschaft der ausgewählten Personen am Bundes-Gesundheitssurvey teilzunehmen nicht der kalkulierten 65 %igen Ausschöpfung entsprach und damit die angestrebte Fallzahl von 7 200 nicht erreichbar war. Um die angestrebte Probandenzahl zu erreichen, fanden von Mitte Januar bis Mitte März 1999 Nacherhebungen in 10 Untersuchungsorten statt.

2.1.2 Studienpopulation

Die Ausgangsstichprobe, auch unbereinigte Bruttostichprobe genannt, des Bundes-Gesundheitssurveys umfasste insgesamt 13 222 Fälle. Von diesen waren 12,3 % (n = 1 621) als qualitätsneutrale Ausfälle (unbekannt, verzogen, nicht deutsch sprechend oder verstorben) anzusehen. Nach Abzug der qualitätsneutralen Ausfälle (QNA) ergibt sich eine bereinigte Bruttostichprobe von 11 601 Personen. Von dieser Stichprobe nahmen 7 124 Personen am Bundes-Gesundheitssurvey teil, woraus sich eine Responserate von 61,4 % ergibt. Als Fall wurde definiert, wer außer an der Blutdruck-, Körpergrößen- und Gewichtsmessung sowie der Urinuntersuchung zusätzlich an mindestens zwei der drei Erhebungsblöcke (Fragebogen, Ärztliches Interview, Blutuntersuchung) teilgenommen hatte. 16,0 % der Nichtteilnehmer hatten einen Kurzfragebogen ausgefüllt. Damit ergibt sich ein Anteil an Teilnehmern von 77,8 %, über den -wenn auch zum Teil nur eingeschränkt- Informationen vorliegen (Thefeld et al. 1999).

Die unbereinigte Bruttostichprobe für den Umwelt-Survey umfasste 10 151 Personen. Bezogen auf diese unbereinigte Bruttostichprobe gab es im Umwelt-Survey 12,9 % (n = 1 306) qualitätsneutrale Ausfälle, so dass sich eine bereinigte Bruttostichprobe von 8 845 Fällen ergibt. Von dieser Stichprobe nahmen 4 822 Probanden sowohl am Bundes-Gesundheitssurvey als auch

am Umwelt-Survey teil. Die Ausschöpfungsrate des Umwelt-Surveys beträgt somit 54,5 % bezogen auf die bereinigte Bruttostichprobe. Bezogen auf die Stichprobe der Teilnehmer am Bundes-Gesundheitssurvey nahmen 88,0 % am Umwelt-Survey teil. Als Fall wurde definiert, wer sowohl den Fragebogen des Umwelt- als auch des Bundes-Gesundheitssurveys ausgefüllt hatte. Es sei erneut darauf hingewiesen, dass am Umwelt-Survey niemand teilnehmen konnte, der nicht zuvor bereits am Bundes-Gesundheitssurvey teilgenommen hatte, und dass die gesamte Untersuchung die Probanden einige Stunden in Anspruch nahm. Vor diesem Hintergrund und dem in der Bundesrepublik beobachteten Trend zur Nichtteilnahme an derartigen Surveys seit Anfang der 70er Jahre -wenn auch mit unterschiedlichen Rückgangsquoten- (Schnell 1997) ist die Beteiligungsrate mit 54,5 % akzeptabel.

Die Beteiligungsraten zwischen den Bewohnern der alten und der neuen Bundesländer, den Geschlechtern und den Gemeindegrößenklassen (dreistufig) unterscheiden sich nicht signifikant ($p \leq 0{,}001$). Allerdings sind hinsichtlich des Lebensalters sowohl bei den Frauen als auch bei den Männern signifikante Unterschiede der Teilnahmeraten festzustellen. Die geringste Beteiligung war bei den 20- bis 29-jährigen Männern (49,3 %), gefolgt von den 60- bis 69-jährigen Frauen (50,6 %), zu beobachten. Die 40- bis 49-jährigen Frauen (61,0 %) und die 18- bis 19-jährigen Männer (60,9 %) beteiligten sich am stärksten an der Untersuchung (Schulz et al. 2002).

Um Aussagen über die Qualität der Stichprobe hinsichtlich ihrer Repräsentativität treffen zu können, werden die Geschlechts-, Alters- und Gemeindegrößenklassenverteilungen in der realisierten Stichprobe denen in der Grundgesamtheit gegenübergestellt. Grundlage für die Angaben in der Population ist der Mikrozensus 1998 der Bevölkerung in Deutschland, dessen Daten vom Statistischen Bundesamt bereit gestellt wurden. In der realisierten Stichprobe sind die 18- bis 69-jährigen Frauen mit 50,6 % und die 18- bis 69-jährigen Männer mit 49,4 % etwa ebenso wie in der Grundgesamtheit nach dem Mikrozensus 1998 (Frauen: 49,6 %; Männer: 50,4 %) repräsentiert. Der Anteil der Bewohner der neuen Länder mit 20,9 % und der alten Länder mit 79,1 % entspricht ebenfalls in etwa der Verteilung der Bevölkerung (neue Länder 18,9 %, alte Länder 81,1 %). Auch die realisierten Anteile, nach den Merkmalen Lebensalter/Geschlecht und Gemeindegrößenklasse/Geschlecht gegliedert, stimmen im Großen und Ganzen recht gut mit den Anteilen im Mikrozensus überein. Dennoch traten vereinzelt Unterschiede von etwa 2 % bis maximal 3,5 % auf. So sind die 60- bis 69-jährigen Frauen und Bewohner aus Gemeinden mit 5 000 bis unter 20 000 Einwohnern in der Stichprobe im Vergleich zum Mikrozensus eher unterrepräsentiert, wohingegen Bewohner aus den kleineren Gemeinden eher überrepräsentiert sind (Schulz at al. 2002). Für repräsentative Aussagen zur Grundgesamtheit wurden die Abweichungen der Netto-Stichprobe durch eine Gewichtung auf die Bevölkerungsstruktur des Jahres 1998 korrigiert (vgl. Kap. 2.3.1).

Tab. 2.1.1: Verfügbare Untersuchungsmedien

	Fragebogen	**Vollblut**	**Morgen-Urin**
N	4 822	4 647	4 742
%	100	96,4	98,3

Die absolute Anzahl (N) und die prozentualen Anteile (%) der Teilnehmer und der für die Analyse zur Verfügung stehenden humanbiologischen Proben sind in der **Tabelle 2.1.1** dargestellt. Als Basis (100 %) wurde die Netto-Stichprobe von 4 822 Fällen zu Grunde gelegt.

Als Gründe für das Fehlen von Proben sind zu nennen: Blutabnahme wurde verweigert oder konnte nicht erfolgen (z.B. Vene kollabiert, Proband wird mit Antikoagulatium behandelt), die am Morgen zu entnehmende Morgenurin-Probe konnte nicht innerhalb der für den jeweiligen Erhebungsort zur Verfügung stehenden Untersuchungswoche gewonnen werden.

Da nicht alle Untersuchungsparameter in allen vorhandenen Proben bestimmt werden konnten, sind Unterkollektive (zwischen ca. 400 und 3 000 Fällen) zufällig ausgewählt worden, deren Umfänge im folgenden Abschnitt (2.1.3) aufgeführt sind. Die limitierende Größe für diese Unterstichproben stellten die von den Probanden zur Verfügung gestellten Probenmengen dar. Darüber hinaus mussten die finanziellen Möglichkeiten des Projektes, aber auch die Laborkapazitäten und das Einhalten angemessener Analysenzeiten, d.h. Fertigstellung der Ergebnisse innerhalb der Laufzeit des Projektes, berücksichtigt werden.

2.1.3 Untersuchte Parameter und Erhebungsinstrumente

Unter Berücksichtigung der fachlichen, organisatorischen und finanziellen Rahmenbedingungen, des aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnisstandes und insbesondere auch der Erfahrungen aus den vorangegangenen Umwelt-Surveys wurde folgenden Stoffgruppen, für die eine Datenbasis im Hinblick auf die Ableitung von Vergleichs- und Referenzwerten erarbeitet werden soll, oberste Priorität[1] eingeräumt:

- Metalle: As, Pb, Cd, Hg
- Organochlorverbindungen wie HCB, PCB, DDT, HCH
- Edelmetalle: Au, Ir, Pt, Pd, Rh
- Metabolite von polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK)
- PCP und weitere Chlorphenole
- Tabakrauchbelastung (aktiv und passiv): Nikotin, Cotinin
- Bezugsgröße: Creatinin
- Biozide, Flammschutzmittel, Weichmacher.

Für den Umwelt-Survey 1998 war in Analogie zu dem Umwelt-Survey 1990/92 (Krause et al. 1996) ein Untersuchungsprogramm vorgesehen, welches einen umfangreichen Fragebogen, ein breit angelegtes Innenraummonitoring, Außenluftmessungen sowie zusätzliche Untersuchungen zu Lärmbelästigung und Hörfähigkeit einschloss. Aus den unterschiedlichsten -hauptsächlich organisatorischen und haushaltsrechtlichen- Gründen musste der Umwelt-Survey 1998 jedoch in seinem Umfang stark eingeschränkt werden. Dieser Kürzung des Arbeitsprogramms fielen etliche Untersuchungsteile zum Opfer, so dass der Umwelt-Survey 1998 einen gegenüber seinen Vorgängern deutlich reduzierten Umfang der Untersuchungsinstrumente aufweist. Im Umwelt-Survey 1998 wurden folgende Instrumente eingesetzt, die detailliert im Methodenband (Schulz et al. 2002) beschrieben werden:

[1] Bei der Festlegung der Prioritäten sind u.a. die Empfehlungen der Gutachter und Betreuer der vorangegangenen Surveys sowie die der Kommission ‘Human-Biomonitoring’ des UBA berücksichtigt worden.

- Ein kurzes standardisiertes Interview zur Erfassung u.a. expositionsrelevanter Verhaltensweisen und Haushalts-/Wohnumgebungsbedingungen und substanzspezifischer Belastungen
- Ein Dokumentationsbogen zur Charakterisierung der gewonnenen Proben
- Das Innenraummonitoring (Trinkwasser- und Staubsaugerbeutelinhaltsproben)
- Das Human-Biomonitoring (Vollblut- und Morgenurin-Proben).

Zusätzlich zu den Daten aus den Erhebungsunterlagen und den Analysenergebnissen des Umwelt-Surveys liegen von jedem Probanden Angaben aus dem Selbstausfüll-Fragebogen „Bundes-Gesundheitssurvey 1998 - Fragebogen“ (Bellach et al. 1998) sowie klinisch-chemische Laboranalysen und medizinisch-physikalische Untersuchungsergebnisse (Thierfelder et al. 1998) vor. Die Angaben aus diesen Erhebungsunterlagen und Analysen wie z.B. der Rauchstatus, Ernährungsgewohnheiten (u.a. Fischverzehr), Biozidanwendungen, dentales Edelmetall, Amalgamfüllungen, Body-Mass-Index und Zellpackungsvolumen wurden bei der Interpretation der Messergebnisse und bei der Schaffung von Vergleichswerten berücksichtigt.

Zur Bestimmung der korporalen Belastung der Bevölkerung in Deutschland wurden Vollblut- und Morgenurin-Proben mit folgenden Probenahmesystemen gewonnen und die Gehalte der aufgeführten Parameter bestimmt:

- Vollblut-Proben (ca. 3 - 6 ml, Entnahme erfolgt i. d. R. am rechten Arm, in sitzender Position aus der Kubitalvene) in schwermetallarmen Vacutainerröhrchen der Fa. Becton Dickinson, Heidelberg. Sofern mindestens 6 ml Blut gewonnen werden konnten, erfolgte eine Abfüllung von 3 ml Blut in dekontaminierte (ausgeheizte) Headspace-Gefäße der Fa. Chromacol Welwyn Garden City, Herts, UK, mit Verschlusskappen der Fa. Perkin Elmer, Rodgau-Jügesheim, zur Bestimmung von Organochlorverbindungen. Die im Vacutainerröhrchen verbleibende Blutmenge diente der Schwermetallanalytik. Bestimmt wurden:
  Pb, Cd, Hg (n = 4 647)
  PCB 138, 153, 180, DDE, HCB, α-, β-, γ-HCH (n = 2 824).
- Morgenurin-Proben (Erster Toilettengang nach nächtlicher Schlafenszeit) in dekontaminierten 1 l-Vierkantflaschen der Fa. Kautex, Bonn-Holzlar. Die gewonnenen Morgenurin-Proben wurden zunächst gewogen (Genauigkeit $\pm$ 0,1 g) und anschließend in zwei 1,5 ml rote Safe-Lock-Reaktionsgefäße der Fa. Eppendorf, Hamburg, für die Bestimmung des Creatiningehaltes und in acht 13 ml Reagenz- und Zentrifugenröhrchen der Fa. Sarstedt, Nümbrecht, für die Bestimmung der ausgewählten Schadstoffe portioniert. Sofern mehr als 80 ml Morgen-Urin vorlagen, wurde die restliche Probenmenge in ein bis zwei 80 ml Uroboxen der Fa. Hestia, Mannheim, überführt. Bestimmt wurden:
  Creatinin, As, Cd, Hg (n = 4 741),
  Pt, Au, Ir, (Pd, Rh)[2] (n = 1 080),
  Metabolite der PAK (u.a. 1-Hydroxypyren) (n = 573)
  PCP und weitere acht Chlorphenole (n = 692)
  Nikotin und Cotinin (n = 4 739).

Detaillierte Beschreibungen zur chemischen Analytik sind dem Kapitel 2.2: Analytische Methoden zu entnehmen.

[2] Ergebnisse lagen zum Zeitpunkt der Berichterstellung noch nicht vor.

2.1.4 Felduntersuchung

Die Durchführung des Umwelt-Surveys erfolgte parallel zu der des Bundes-Gesundheitssurveys. Die Feldzeit für die Befragungen, medizinisch-physikalischen Untersuchungen und Probenahmen begann am 20. Oktober 1997 und endete für den Hauptteil in 120 Untersuchungsorten am 28. November 1998. Um die angestrebte Fallzahl zu erreichen, fanden vom 18. Januar bis 13. März 1999 Nacherhebungen in 10 Untersuchungsorten statt. Während des Hauptteils waren im Wechsel gleichzeitig drei der vier Untersuchungsteams in den 120 Untersuchungsorten nach einem vorgegebenen Routenplan (Potthoff et al. 1998) tätig. Die Nacherhebungen in den 10 Orten wurden von nur einem Team geleistet. Jedem Team gehörten ein Arzt/eine Ärztin, ein/e Vorbegeher/in, eine medizinisch-technische Assistentin, ein/e Umweltinterviewer/in und eine Ökotrophologin an, die in den örtlichen Gesundheitsämtern oder anderen von der Gemeinde zur Verfügung gestellten Räumen (nach Möglichkeit vier bis fünf Räume) mit den Probanden das gesamte mehrstündige Untersuchungsprogramm inkl. Blutentnahme durchführten. Diese sogenannten Untersuchungszentren waren in jedem Erhebungsort für jeweils eine Woche von Montagmorgen bis Samstagnachmittag i. d. R. von 8.00 bis 20.00 Uhr für die Probanden geöffnet (Schröder et al. 1998).

Fünf Wochen vor der Untersuchungswoche erhielten die Probanden ein Einladungsschreiben mit der Bitte der Teilnahme an dem Bundes-Gesundheitssurvey und der Möglichkeit, einen Termin für die Untersuchung zu vereinbaren. Probanden, die einen festen Termin vereinbart hatten und zur Brutto-Stichprobe des Umwelt-Surveys zählten, wurden vom Vorbegeher in der Woche vor Öffnung des Untersuchungszentrums zu Hause aufgesucht und über den Umwelt-Survey informiert. Falls Bereitschaft zur Teilnahme bestand, erklärte der Vorbegeher die Probenahmen, händigte entsprechende Hinweisblätter und die Probengefäße für Morgenurin, Trinkwasser und Staubsaugerbeutelinhalt mit der Bitte aus, diese Gefäße an dem Morgen des Untersuchungstages zu füllen und in das Zentrum mitzubringen. Diejenigen Probanden, die nicht zu Hause über den Umwelt-Survey informiert werden konnten und somit noch keine Probengefäße erhalten hatten, wurden im Untersuchungszentrum zur Teilnahme am Umwelt-Survey aufgefordert und erhielten die Probengefäße mit den entsprechenden Hinweisblättern. In diesem Fall mussten die Probanden die Proben entweder später bei einem nochmaligen Besuch im Zentrum abliefern oder die Proben wurden vom Teampersonal abgeholt.

Die abgegebenen und abgeholten Proben wurden im Zentrum entweder sofort weiter bearbeitet (Morgen-Urin) oder sachgerecht kühl (Trinkwasser und Staubsaugerbeutelinhalt) gelagert. Die beiden humanbiologischen Proben Blut und Urin wurden nach erfolgter Aliquotierung im Tiefkühlschrank bei –20°C eingefroren, mehrmals pro Woche in Kühlboxen nach Berlin transportiert und im Umweltbundesamt bis zur Analyse weiterhin tiefgekühlt bei –20°C gelagert.

Für die Herstellung der Erhebungsunterlagen, die Schulung der Teammitarbeiter, die Feldarbeit (Daten- und Probenerhebung inkl. Probentransport), die Datenaufbereitung (Datenerfassung und -prüfung) aber auch für die Stichprobenplanung und –ziehung war die Firma I+G Gesundheitsforschung, München, im Auftrag des Umweltbundesamtes verantwortlich. Die Schulung der Interviewer zur Probenahme wurde von Mitarbeitern des Umweltbundesamtes vorgenommen.

2.2 Analytische Methoden

Im Folgenden werden die analytischen Methoden zur Bestimmung der Schadstoffe in Blut und Urin beschrieben. Außerdem werden Ergebnisse der internen und externen Qualitätskontrolle dargestellt.

2.2.1 Arsen, Blei, Cadmium und Quecksilber in Blut und Urin

Die Bestimmungen der Metallgehalte in den Blutproben (Pb, Cd, Hg) und Urinproben (As, Cd, Hg) wurden in der Zeit von Ende 1997 bis Ende 1999 im Umweltbundesamt, Berlin, durchgeführt.

Die Bestimmung von Arsen im Urin erfolgte in Anlehnung an standardisierte Methoden (Schaller 1991). Die Probe wurde mit 1,8 % H_2SO_4 versetzt und mit ca. 0,5 ml KJ (5 % in 5 %iger Ascorbinsäure) vorreduziert. Die Bestimmung erfolgte mit Hilfe der AAS mit Hydridsystem (AAS 3030B, Perkin Elmer). Die Kalibrierung wurde mit wässrigen Standards durchgeführt.

Zur Bestimmung von Blei und Cadmium im Blut wurde die Blutprobe mit einer Lösung aus 0,25 % Ammoniumdihydrogenphosphat und 0,1 % Triton X-100 in Reinstwasser im Verhältnis 1:5 verdünnt (Koreckova-Sysalova 1997). Die Bestimmung erfolgte mit Hilfe der AAS unter Verwendung der Graphitrohrtechnik (AAS QZ 939 mit Zeeman-Untergrundkorrektur, UNICAM). Zur Kalibrierung wurde zertifiziertes Kontrollblut (BCR Medium Level) benutzt.

Die Bestimmung von Cadmium im Urin wurde ebenfalls mit Hilfe der AAS (AAS 3030 mit Zeeman-Untergrundkorrektur, HGA 600, Perkin Elmer) durchgeführt, allerdings ohne Vorbehandlung der Probe (Dube et al. 1989). Die Kalibrierung erfolgte mit nativem Urin, der mit wässrigem Standard aufgestockt wurde.

Die Bestimmung von Quecksilber in Blut und Urin erfolgte in Anlehnung an standardisierte Methoden (Schaller 1988). Die Probe wurde mit Säure versetzt (1 Teil 1,5 % H_2SO_4 + 1 Teil 1,5 % HNO_3) und mit ca. 0,5 ml 5 %iger $KMnO_4$-Lösung vorreduziert. Die Bestimmung erfolgte durch die AAS mit Hydridsystem (AAS 3030B, MHS 20, Perkin Elmer) und die Kalibrierung mit wässrigen Standards.

Während der Analyse der Blutproben wurden zur internen Qualitätskontrolle für Blei und Cadmium die Referenzmaterialen BCR 194 und BCR 195 des Community Bureau of Reference (BCR) der Europäischen Gemeinschaft eingesetzt. Außerdem wurden für Blei, Cadmium und Quecksilber die Referenzblute A und B der Deutschen Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin herangezogen. Zur internen Qualitätskontrolle der Analyse der Urinproben kamen für die Bestimmung von Cadmium, Arsen und Quecksilber im Urin die Referenzurine A und B der Deutschen Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin zum Einsatz. Die Ergebnisse der internen Qualitätskontrolle sind der **Tabelle 2.2.1** zu entnehmen. Sie liegen im üblichen, akzeptierten Fehlerbereich bei dieser Spurenanalytik. Vorsorglich sei darauf hingewiesen, dass die zertifizierten Referenzblute, die für die interne und auch externe Qualitätskontrolle zur Verfügung standen, keine nativen Humanproben sind. Native zertifizierte Referenzblute, die den echten zu untersuchenden Proben entsprechen und damit eine eindeutige Vergleichbarkeit der Ergebnisse ermöglichen würden, sind kommerziell nicht erhältlich. Im Rahmen der internen Qualitätskontrolle wurden zusätzlich weitere Standardmaterialien sowie native Blute und Urine von Institutsangehörigen gemessen.

Tab. 2.2.1: Interne Qualitätskontrolle 1997-1999 – Arsen, Blei, Cadmium und Quecksilber in Blut und Urin

Substanzen	Medium	BG (µg/l)	Sollwert (µg/l)	N	AM (µg/l)	s (µg/l)	VK (%)	SWA (%)
Arsen	Urin	0,6	12,3	511	15,9	2,8	17,6	+29
			29,9	511	32,4	2,9	9,0	+8
Blei	Blut	4,0	43,5	230	39,9	5,13	12,9	-9
			98,4	226	92,8	8,75	9,4	-6
Cadmium	Blut	0,12	0,41	388	0,45	0,08	17,8	+10
			1,24	382	1,33	0,14	10,5	+7
Cadmium	Urin	0,05	0,68	355	0,46	0,06	13,0	-33
			3,79	325	3,48	0,36	10,3	-8
Quecksilber	Blut	0,2	1,57	484	1,36	0,22	16,2	-13
			3,31	483	3,06	0,41	13,4	-8
Quecksilber	Urin	0,2	1,73	486	1,93	0,31	16,1	+11
			3,84	480	4,17	0,55	13,2	+8

Anmerkungen:
BG = Bestimmungsgrenze; N = Anzahl der Kontrollmessungen; AM = arithmetisches Mittel; s = Standardabweichung;
VK (%) = Variationskoeffizient = 100 %·(s/AM); SWA (%) = 100 %·(AM – Sollwert) / Sollwert

Zur externen Qualitätskontrolle wurde regelmäßig an Ringversuchen gemäß der Richtlinien der Bundesärztekammer der Deutschen Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin teilgenommen. Folgende Zertifikate im umweltmedizinischen Bereich wurden erteilt:

20. Ringversuch 1997/98: Pb-Blut, Cd-Blut, Cd-Urin, Hg-Blut, Hg-Urin;
21. Ringversuch 1998: As-Urin, Pb-Blut, Cd-Blut, Cd-Urin, Hg-Blut, Hg-Urin;
22. Ringversuch 1998/99: As-Urin, Pb-Blut, Cd-Blut, Cd-Urin, Hg-Blut, Hg-Urin;
23. Ringversuch 1999/00: As-Urin, Pb-Blut, Cd-Blut, Cd-Urin, Hg-Blut, Hg-Urin.

In der **Tabelle 2.2.2** sind exemplarisch die Ergebnisse des 22. Ringversuches von 1998/99 angegeben.

Tab. 2.2.2: Externe Qualitätskontrolle – Metalle/Schwermetalle in Blut und Urin, Ergebnis des 22. Ringversuchs 1998/99

Substanzen	Medium	Probe	Sollwert (µg/l)	Toleranzbereich (µg/l)	Istwert (µg/l)	SWA (%)	Zertifikat
Arsen	Urin	A	10,2	6,5 – 13,9	13,1	+28	+
		B	28,0	19,0 – 36,9	30,6	+9	+
Blei	Blut	A	31,5	22,3 – 40,7	28,3	-10	+
		B	81,3	61,7 – 101	69,3	-15	+
Cadmium	Blut	A	0,7	0,4 – 1,0	0,7	±0	+
		B	2,0	1,4 – 2,6	2,2	+10	+
Cadmium	Urin	A	0,87	0,5 – 1,2	0,8	-8	+
		B	2,10	1,4 – 2,8	2,2	+5	+
Quecksilber	Blut	A	1,49	0,8 – 2,2	1,3	-13	+
		B	2,80	1,7 – 3,9	2,6	-7	+
Quecksilber	Urin	A	1,55	1,0 – 2,1	1,1	-29	+
		B	3,34	2,3 – 4,4	3,5	+5	+

Anmerkungen:
SWA (%) = 100 %·(Istwert – Sollwert) / Sollwert

2.2.2 α-, β-, γ-HCH, HCB, DDE, PCB 138, PCB 153 und PCB 180 im Blut

Die Bestimmungen von α-, β-, γ-HCH, HCB, DDE, PCB 138, PCB 153 und PCB 180 im Vollblut wurden im Zeitraum von 1998 bis 1999 im Umweltbundesamt, Berlin, durchgeführt.

Die Bestimmung erfolgte in Anlehnung an standardisierte Verfahren (DFG 2001). Die Blutprobe wurde zunächst durch Schütteln mit Ameisensäure homogenisiert und anschließend mit einem Gemisch aus n-Hexan und Toluol (50:50), welches die internen Standards (δ-HCH, PCB 209) enthielt, extrahiert. Nach Reinigung des Extraktes (Adsorptionschromatographie an Kieselgel mit n-Hexan/Toluol (70:30)) wurde die Probe mittels Kapillargaschromatographie und Elektroneneinfangdetektion (GC-ECD) analysiert.

Mit jeder Analysenserie wurden eine Blindprobe, ein Kontrollstandard (entspricht 2 µg/l) sowie ein Kontrollblut (natürlicherweise belastetes Humanblut) analysiert. Die Ergebnisse der internen Qualitätskontrolle sind in **Tabelle 2.2.3** dargestellt

5 % zufällig ausgewählte Proben wurden zusätzlich mittels GC-ECNI-MS analysiert. Darüber hinaus wurden Proben einer Bestätigungsanalyse mittels GC-ECNI-MS unterzogen, wenn:

- eine eindeutige Identifizierung des Analyten durch Retentionszeitvergleich nicht möglich war,
- das Signal des Analyten durch koeluierende Substanzen gestört war,
- untypische Peakmuster und/oder Intensitätsverhältnisse auftraten (gilt insbesondere für PCB),
- die Konzentration des Analyten einen substanzspezifischen Schwellenwert (z.B. Referenzwert) überschritten.

Tab. 2.2.3: Interne Qualitätskontrolle 1998-1999 – Organochlorverbindungen im Blut

Substanzen	Medium	BG (µg/l)	N	AM (µg/l)	s (µg/l)	VK (%)
α-HCH	Vollblut	0,1	142	< BG		
β-HCH	Vollblut	0,1	142	< BG		
γ-HCH	Vollblut	0,1	142	< BG		
HCB	Vollblut	0,1	142	0,16	0.05	31,3
p,p'-DDE	Vollblut	0,1	142	1,07	0,22	20,6
PCB 138	Vollblut	0,1	142	0,54	0,10	18,5
PCB 153	Vollblut	0,1	142	1,03	0,18	17,5
PCB 180	Vollblut	0,1	142	0,97	0,18	18,6

Anmerkungen:
BG = Bestimmungsgrenze; N = Anzahl der Kontrollmessungen; AM = arithmetisches Mittel; s = Standardabweichung;
VK (%) = Variationskoeffizient = 100 %·(s/AM)

Zur externen Qualitätskontrolle wurde regelmäßig an Ringversuchen gemäß der Richtlinien der Bundesärztekammer der Deutschen Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin e.V. teilgenommen. Für den umweltmedizinischen Bereich wurden folgende Zertifikate erteilt:

20. Ringversuch 1997/98: DDE, α-HCH, PCB 138, PCB 153 und PCB 180 im Serum;
21. Ringversuch 1998: DDE, HCB, PCB 138, PCB 153 und PCB 180 im Serum;
22. Ringversuch 1998/99: DDE, HCB, α-HCH, γ-HCH PCB 138, PCB 153 und PCB 180 im Serum;
23. Ringversuch 1999: DDE, HCB, α-HCH, β-HCH, γ-HCH, PCB 138, PCB 153, PCB 180 im Serum;
24. Ringversuch 1999/00: DDE, HCB, α-HCH, β-HCH, γ-HCH, PCB 138, PCB 153, PCB 180 im Serum;
25. Ringversuch 2000: DDE, HCB, α-HCH, β-HCH, γ-HCH, PCB 138, PCB 153, PCB 180 im Serum.

In der **Tabelle 2.2.4** ist exemplarisch das Ergebnis des 22. Ringversuches von 1998/99 angegeben. Darüber hinaus wurde regelmäßig an Laborvergleichsuntersuchungen des Landesgesundheitsamtes Baden-Württemberg teilgenommen.

Tab. 2.2.4: Externe Qualitätskontrolle – Organochlorverbindungen im Blut, Ergebnis des 22. Ringversuchs 1998/99

Substanzen	Medium	Probe	Sollwert (µg/l)	Toleranzbereich (µg/l)	Istwert (µg/l)	SWA (%)
p,p'-DDE	Serum	A	2,782	1,836 – 3,728	3,247	+17
		B	8,224	5,643 – 10,805	9,165	+11
HCB	Serum	A	1,817	1,180 – 2,455	1,726	-5
		B	5,100	3,478 – 6,722	5,335	+5
α-HCH	Serum	A	0,194	0,079 – 0,309	0,099	-49
		B	1,642	0,922 – 2,361	1,432	-13
β-HCH	Serum	B	3,095	2,138 – 4,052	3,260	+5
γ-HCH	Serum	A	0,291	0,156 – 0,426	0,195	-33
		B	1,882	1,233 – 2,532	1,733	-8
PCB 138	Serum	A	0,220	0,113 – 0,327	0,197	-11
		B	2,010	1,277 – 2,743	2,179	+8
PCB 153	Serum	A	0,302	0,165 – 0,439	0,306	+1
		B	2,506	1,393 – 3,619	2,615	+4
PCB 180	Serum	A	0,229	0,123 – 0,334	0,207	-10
		B	1,920	1,293 – 2,547	2,117	+10

Anmerkungen:
SWA (%) = 100 % (Istwert – Sollwert) / Sollwert

2.2.3 PAK-Metabolite im Urin

Die Bestimmung der PAK-Metabolite wurde von Ende 1998 bis Anfang 2000 vom Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin der Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg durchgeführt.

Folgende PAK-Metabolite wurden bestimmt: 1-, 2/9-, 3-Hydroxyphenanthren und 1-Hydroxypyren. Die Urinproben wurden enzymatisch hydrolysiert und die Untersuchungsparameter mittels HPLC getrennt und fluoreszenzspektrometrisch detektiert. Mit der eingesetzten Methode ließen sich allerdings 2- und 9-Hydroxyphenanthren nicht trennen. Die Kalibrierung erfolgte mit wässrigen Standards, die in der gleichen Weise wie die Urinproben aufgearbeitet und analysiert wurden (Lintelmann und Angerer 1999).

Die Analysen wurden unter den Bedingungen der statistischen Qualitätssicherung entsprechend den Richtlinien der Bundesärztekammer vorgenommen. Für alle PAK-Metabolite wurde eine interne Qualitätskontrolle durchgeführt. Die Präzision für 1-Hydroxypyren sowie 1-, 2/9- und 3-Hydroxyphenanthren lag zwischen 6,6 und 18,6 %. In allen verwendeten Kontrollmaterialien lagen die Konzentrationen im unteren Bereich umweltbedingter PAK-Belastungen, so dass die erzielten Präzisionsdaten als gut anzusehen sind. Die Ergebnisse der internen Qualitätskontrolle sind in **Tabelle 2.2.5** zusammenfassend dargestellt.

Tab. 2.2.5: Interne Qualitätskontrolle 1998-2000 – PAK-Metabolite im Urin

Substanz	Medium	BG (ng/l)	N	AM (ng/l)	s (ng/l)	VK (%)
1-OH-Pyr	Urin	12	113	111	20	18,0
1-OH-Phen	Urin	16	113	166	11	6,6
2/9-OH-Phen	Urin	4	113	118	16	13,6
3-OH-Phen	Urin	5	113	162	20	12,4

Anmerkungen:
BG = Bestimmungsgrenze; N = Anzahl der Kontrollmessungen; AM = arithmetisches Mittel; s = Standardabweichung;
VK (%) = Variationskoeffizient = 100 %·(s/AM)

Zur externen Qualitätskontrolle wurde an Ringversuchen der Deutschen Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin e.V. mit Erfolg teilgenommen. Für die Ringversuche 23 (1999), 25 (2000) und 26 (2000) wurden für die Bestimmung von 1-Hydroxypyren im Harn im umweltmedizinischen Bereich die in der **Tabelle 2.2.6** dargestellten Resultate erzielt.

Tab. 2.2.6: Externe Qualitätskontrolle 1999-2000 – PAK-Metabolite im Urin, Ergebnisse des 23., 25. und 26. Ringversuchs

Ringversuch	Probe	Sollwert (µg/l)	Toleranzbereich (µg/l)	Istwert (µg/l)	SWA (%)	Zertifikat
1-OH-Pyr	A	0.74	0.390 – 1.100	0.81	+9	+
	B	1.65	1.040 – 2.260	2.24	+36	+
1-OH-Pyr	A	0.31	0.170 – 0.440	0.22	-29	+
	B	0.75	0.430 – 1.060	0.76	+1	+
1-OH-Pyr	A	0.22	0.120 – 0.320	0.31	+41	+
	B	0.42	0.270 – 0.580	0.53	+26	+

Anmerkungen:
SWA (%) = 100 %·(Istwert – Sollwert) / Sollwert

2.2.4 PCP und weitere Chlorphenole im Urin

Die Bestimmung von PCP und den weiteren Chlorphenolen wurde von Ende 1999 bis Ende 2000 vom Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin der Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg durchgeführt.

Folgende Monohydroxychlorbenzole wurden neben Pentachlorphenol bestimmt: 4-Monochlorphenol, 2,4-Dichlorphenol, 2,5-Dichlorphenol, 2,6-Dichlorphenol, 2,3,4-Trichlorphenol, 2,4,5-Trichlorphenol, 2,4,6-Trichlorphenol und 2,3,4,6-Tetrachlorphenol. Die Proben wurden salzsauer hydrolysiert und einer Wasserdampfdestillation unterworfen. Nach Derivatisierung der Chlorphenole mit Chlorameisensäuretrichlorethylester wurden die Untersuchungsparameter kapillargaschromatographisch getrennt und mittels Massenspektrometrie detektiert (Angerer 2001).

Die Analysen wurden unter den Bedingungen der statistischen Qualitätssicherung entsprechend den Richtlinien der Bundesärztekammer durchgeführt. Mit Ausnahme des PCP war die Präzision von Tag zu Tag, mit welcher die einzelnen Chlorphenole bestimmt wurden, besser als die geforderten 15 % (8,4 - 15,5 %). Auch bei dieser Untersuchung hat sich bestätigt, dass die Bestimmung des PCP ungenauer ist. Hier betrug der entsprechende Wert 26,2 %. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die bestimmte Konzentration mit 1,19 µg/l sehr niedrig lag. Die Ergebnisse der internen Qualitätskontrolle sind in **Tabelle 2.2.7** zusammengefasst.

Tab. 2.2.7: Interne Qualitätskontrolle 1999-2000 – PCP und Chlorphenole im Urin

Substanz	Medium	BG (µg/l)	N	AM (µg/l)	s (µg/l)	VK (%)
PCP	Urin	0,6	43	1,20	0,33	27,5
4-MCP	Urin	0,1	45	2,95	0,46	15,6
2,6-DCP	Urin	0,1	45	1,26	0,11	8,7
2,4,6-TCP	Urin	0,1	45	2,61	0,22	8,4

Anmerkungen:
BG = Bestimmungsgrenze; N = Anzahl der Kontrollmessungen; AM = arithmetisches Mittel; s = Standardabweichung;
VK (%) = Variationskoeffizient = 100 %·(s/AM)

Zur externen Qualitätskontrolle wurde an Ringversuchen der Deutschen Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin e.V. mit Erfolg teilgenommen. Für die Ringversuche 24 (1999) und 25 (2000) wurden für die Bestimmung von PCP, 2,5-DCP und 2,4,6-TCP im Harn im umweltmedizinischen Bereich die in der **Tabelle 2.2.8** dargestellten Resultate erzielt.

Tab. 2.2.8: Externe Qualitätskontrolle 1999-2000 – PCP und weitere Chlorphenole im Urin, Ergebnisse des 24. und 25. Ringversuchs

Ringversuch	Parameter	Probe	Sollwert (µg/l)	Toleranzbereich (µg/l)	Istwert (µg/l)	SWA (%)	Zertifikat
24	PCP	A	3.733	2.400 – 5.100	5.00	+34	+
		B	8.456	5.900 – 11.100	10.20	+21	+
	2,5-DCP	A	21.950	16.500 – 27.400	21.90	0	+
		B	38.275	34.600 – 41.900	38.40	0	+
25	PCP	A	4.150	2.800 – 5.500	5.60	+35	-
		B	8.160	5.800 – 10.500	9.90	+21	+
	2,5-DCP	A	28.035	18.350 – 37.720	33.10	+18	+
		B	41.957	29.470 – 54.440	50.10	+19	+
	2,4,6-TCP	A	1.038	0.580 – 1.490	1.28	+23	+
		B	1.767	1.030 – 2.500	2.03	+15	+

Anmerkungen:
SWA (%) = 100 %·(Istwert – Sollwert) / Sollwert; die Sollwerte und Toleranzbereiche für 2,5-DCP und 2,4,6-TCP wurden im Rahmen von Pilotstudien evaluiert.

2.2.5 Edelmetalle im Urin

Die Bestimmungen der Edelmetallgehalte in den Urinproben wurden in der Zeit von Februar 2001 bis September 2001 in der Abteilung für Analytische Chemie des Medizinischen Instituts für Umwelthygiene (MIU), Düsseldorf, durchgeführt.

Die Urinproben wurden mittels UV-Photolyse unter Zusatz geringer Mengen HCl und H_2O_2 aufgeschlossen. Die Bestimmung von Platin, Iridium und Gold erfolgte mit Hilfe der Sektorfeld-Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (SF-ICP-MS) im niedrigauflösenden Modus (m/Δm~300). Die Kalibrierung wurde nach dem Standardadditionsverfahren durchgeführt (Begerow et al. 1997).

Tab. 2.2.9: Interne Qualitätskontrolle 1998-1999 – Edelmetalle im Urin

Substanzen	Medium	BG (ng/l)	N	AM (ng/l)	s (ng/l)	VK (%)
Platin	Urin	0,1	11	0,5	0,05	10,0
Iridium	Urin	0,1	11	0,2	0,04	20,0
Gold	Urin	0,1	11	12,2	0,7	5,7

Anmerkungen:
BG = Bestimmungsgrenze; N = Anzahl der Kontrollmessungen; AM = arithmetisches Mittel;
s = Standardabweichung; VK (%) = Variationskoeffizient = 100 %·(s/AM)

Da Qualitätskontrollmaterial für die Bestimmung von Edelmetallen im Urin nicht kommerziell erhältlich ist, erfolgte die interne Qualitätskontrolle durch Analyse einer im Labor hergestellten Kontrollprobe auf Basis von nativem Urin, die bei jeder Analysenserie mitgeführt wurde. Da die Analytik der Edelmetalle mittels SF-ICP-MS insbesondere im Hinblick auf mögliche Kontaminationen und spektrale Interferenzen überprüft werden muss, ist der Einsatz einer Kontrollprobe mit niedrigen Edelmetallgehalten sinnvoll. Außerdem haben mit Edelmetallstandardlösungen dotierte Urinproben nach bisherigen Erfahrungen im Gegensatz zu nativen Urinproben nur eine

begrenzte Haltbarkeit und sind damit zur internen Qualitätskontrolle weniger geeignet. Die Ergebnisse der internen Qualitätskontrolle sind der **Tabelle 2.2.9** zu entnehmen.

Zur externen Qualitätskontrolle wurde regelmäßig an Ringversuchen gemäß der Richtlinien der Bundesärztekammer der Deutschen Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin e.V. teilgenommen. Ein Ringversuch wird zur Zeit allerdings nur für die Bestimmung von Platin im Urin angeboten. In der **Tabelle 2.2.10** sind exemplarisch die Ergebnisse des 26. Ringversuchs von 2000/01 angegeben.

Tab. 2.2.10: Externe Qualitätskontrolle – Edelmetalle im Urin, Ergebnis des 26. Ringversuchs 2000/2001

Substanzen	Medium	Probe	Sollwert (µg/l)	Toleranzbereich (µg/l)	Istwert (µg/l)	SWA (%)	Zertifikat
Platin	Urin	A	0,071	0,048-0,095	0,076	+7	+
		B	0,103	0,072-0,134	0,115	+12	+

Anmerkungen:
SWA (%) = 100 %·(Istwert – Sollwert) / Sollwert

2.2.6 Nikotin und Cotinin im Urin

Die Bestimmungen der Nikotin- und Cotiningehalte wurden in der Zeit von Ende 1998 bis Ende 1999 an der Universität Rostock durchgeführt.

Die Urinproben wurden nach Zugabe eines internen Standards (N-Ethyl-Norcotinin) mit Methylenchlorid extrahiert, reextrahiert und durch RP-HPLC mit UV-Detektion (Shimadzu-Anlage) analysiert (Merkel 1992).

Zur internen Qualitätskontrolle wurde ein selbst hergestellter Standard (aufgestockter Urin eines Nichtrauchers) herangezogen und während des Analysezeitraumes laufend analysiert. Die Ergebnisse sind in der nachfolgenden **Tabelle 2.2.11** dargestellt.

Tab. 2.2.11: Interne Qualitätskontrolle 1998-1999 – Nikotin und Cotinin im Urin

Substanz	Medium	BG (µg/l)	N	Sollwert (µg/l)	AM (µg/l)	s (µg/l)	VK (%)	SWA (%)
Nikotin	Urin	2,0	244	30,0	30,06	1,38	4,6	0,2
Cotinin	Urin	4,0	244	30,0	29,97	1,82	6,1	-0,1

Anmerkungen:
BG = Bestimmungsgrenze; N = Anzahl der Kontrollmessungen; AM = arithmetisches Mittel; s = Standardabweichung;
VK (%) = Variationskoeffizient = 100 %·(s/AM); SWA (%) = 100 %·(AM – Sollwert) / Sollwert

Zur externen Qualitätskontrolle wurde an Ringversuchen gemäß der Richtlinien der Bundesärztekammer der Deutschen Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin e.V. teilgenommen. 1999/2000 wurde im Rahmen des 24. Ringversuchs das Zertifikat für die Parameter Nikotin und Cotinin im Urin (umweltmedizinischer Bereich) erteilt (**Tab. 2.2.12**).

Tab. 2.2.12: Externe Qualitätskontrolle – Nikotin und Cotinin im Urin Ergebnisse des 24. Ringversuchs 1999/2000

Substanzen	Medium	Probe	Sollwert (µg/l)	Toleranzbereich (µg/l)	Istwert (µg/l)	SWA (%)
Cotinin	Urin	A	41,45	30,90 – 52,00	39,5	-5
		B	121,7	92,00 – 151,5	125	+3
Nikotin	Urin	A	90,20	68,70 – 111,7	93,1	+3
		B	255,7	205,1 – 306,3	284	+11

Anmerkungen:
SWA (%) = 100 %·(Istwert – Sollwert) / Sollwert

2.2.7 Creatinin im Urin

Die Bestimmung von Creatinin im Urin wurde in der Zeit von August 1998 bis März 1999 vom Robert Koch-Institut, Berlin, durchgeführt.

Die Bestimmung von Creatinin im Urin erfolgte mit einer vollenzymatischen Farbreaktion (Siedel et al. 1984). Diese Methode erlaubt die Bestimmung von Creatinin im Serum und nach 21-facher Verdünnung im Urin ohne die bekannten Unspezifitäten der Jaffé-Reaktion. Zur Anwendung kam der standardisierte Reagenziensatz von Merck (Creatinin PAP, 12320). Die Analysen wurden auf dem klinisch-chemischen Analyzer „MEGA“ mit automatischer Probenverdünnung durchgeführt. Vor jedem Serienstart erfolgte eine Kalibrierung mit dem SMT-Kalibrator der Firma Merck.

Zur Kontrolle der Präzision wurde ein portionierter Nativurin verwendet. Zur Kontrolle der Richtigkeit der Analysen wurden kommerziell erhältliche Proben jeweils einer Charge über die gesamte Untersuchungszeit eingesetzt (Chiron Urine, Level 1, Charge 9036071 und Bio Rad Lyphocheck abnormal (2), Charge 62072). Die Ergebnisse der Kontrollperiode sind in **Tabelle 2.2.13** zusammengefasst.

Tab. 2.2.13: Interne Qualitätskontrolle 8/1998 bis 3/1999 - Creatinin im Urin

Standard	Charge	N	Sollwert (mmol/l)	Toleranzbereich (mmol/l)	AM (mmol/l)	s (mmol/l)	VK (%)	SWA (%)
Chiron-U	9036071	262	9,20	8,3-10,1	8,93	0,20	2,2	-3
BioRad-U	62072	263	21,80	17,5-26,2	22,1	0,44	2,0	+1
Nativ-U	----	263	----	----	9,73	0,25	2,6	----

Anmerkungen:
N = Anzahl der Kontrollmessungen; AM = arithmetisches Mittel; s = Standardabweichung;
VK (%) = Variationskoeffizient = 100 % (s/AM); SWA (%) = 100 % (AM – Sollwert) / Sollwert

Das Labor nimmt jährlich an 8 Ringversuchen der Deutschen Gesellschaft für Klinische Chemie (DGKC) und an 4 Ringversuchen des INSTAND für Creatinin im Serum teil. Creatinin im Serum und Creatinin im Urin werden mit identischen Testkits am selben Gerät bestimmt. Im Jahr 2001 wurde am von der DGKC angebotenen Ringversuch für Creatinin im Urin teilgenommen. Die Ergebnisse für den Untersuchungszeitraum sind in **Tabelle 2.2.14** aufgeführt.

Tab. 2.2.14: Externe Qualitätskontrolle 1998-2001 - Creatinin im Urin

Material	Jahr	Anzahl	Medium	Probe	SWA (%)
INSTAND	1998	4	Serum	A	-1
				B	-3
DGKC	1998/99	5	Serum	A	+0,7
				B	-0,7
DGKC	2001	1	Urin	A	-5
				B	+0,2

Anmerkungen:
SWA (%) = 100 % (Istwert – Sollwert) / Sollwert

2.3 Auswertung und Darstellung der Daten

In den folgenden Abschnitten werden Erläuterungen zu den wesentlichen Schritten der statistischen Auswertungen wie der Datengewichtung, der Definition der Zielvariablen, der Auswahl der Gliederungsmerkmale, der angegebenen Kennwerte, der Intervalle für Populationsperzentile zur Ermittlung von Referenzwerten und dem Vorgehen für den zeitlichen Vergleich gegeben. Die statistischen Berechnungen wurden mit der Software SPSS für Windows, Version 9.0 (SPSS 1999) durchgeführt.

Die Daten werden sowohl tabellarisch als auch graphisch dargestellt. Für jeden Schadstoff im jeweiligen Medium gibt es eine Tabelle mit Verteilungskennwerten für die 18- bis 69-jährige Bevölkerung in Deutschland sowie für nach Standardmerkmalen und schadstoffspezifischen Merkmalen ausgewählte Bevölkerungsgruppen. Für jeden im Urin bestimmten Schadstoff sind zwei gleichartige Tabellen im Berichtsband vorhanden, je eine Tabelle für die volumenbezogenen und die creatininbezogenen Gehalte. Für einige Analyte folgt eine zusätzliche Tabelle für diejenige Bevölkerungsgruppe, die als Referenzpopulation betrachtet werden kann, weil sie dem wesentlichen Expositionsfaktor nicht ausgesetzt ist, z.B. Cadmiumgehalte von Nierauchern. Schadstoffe, die bereits im Umwelt-Survey 1990/92 gemessen wurden, werden im Vergleich mit 1998 tabelliert.

Im Anhang (Kap. 9.5) werden für jeden Schadstoff in der Regel die folgenden Grafiken angeboten: eine Abbildung der Häufigkeitsverteilung für die Gesamtstichprobe (Histogramm) und eine Abbildung mit Perzentilfunktionen (Summenhäufigkeitsfunktion) für ausgewählte Teilstichproben, sofern eine derartige Darstellung in Anbetracht von Verteilungsform und Stichprobenumfang sinnvoll ist.

2.3.1 Datengewichtung

Die Stichprobe des Umwelt-Surveys 1998 wurde nach den Merkmalen Lebensalter, Geschlecht, Gemeindegröße und Region (alte Bundesländer, neue Bundesländer) randomisiert gezogen. Aufgrund von Ausfällen ergeben sich geringe Abweichungen in der proportionalen Verteilung der Ziehungsmerkmale zwischen der realisierten Stichprobe und der Grundgesamtheit. Um die Proportionen der Grundgesamtheit wiederherzustellen, wurde die Stichprobe auf der Grundlage des Mikrozensus 1998 gewichtet (Band I: Studienbeschreibung, Schulz et al. 2002).

Da die Schadstoffe jeder Schadstoffgruppe in den Blut- und Urinproben einer anderen Teilstichprobe der Umwelt-Probanden bestimmt wurden, musste davon ausgegangen werden, dass die Abweichungen zwischen der jeweils realisierten Teilstichprobe und der Grundgesamtheit unterschiedlich sind. Daher wurden nach der gleichen Wichtungsprozedur verschiedene Gewichtungsvariablen bestimmt und zwar eine für Schwermetalle im Blut (N=4647), eine für Organochlorverbindungen im Blut (N=2824), eine für Schwermetalle sowie Nikotin und Cotinin im Urin (N=4741), eine für Edelmetalle im Urin (N=1080), eine für Chlorphenole im Urin (N=692) und eine für PAK-Metabolite im Urin (N=573).

2.3.2 Zielvariablen

Die zu deskribierenden Variablen - also in der Regel die Schadstoffgehalte in Blut oder Urin - werden gemäß der Terminologie der angewandten Regressionsanalyse auch als Kriterien oder Zielvariablen bezeichnet. In den Tabellen dieses Berichtsbandes ist jeweils die Belastung mit einem Schadstoff oder einer Summe von Schadstoffen, die inhaltlich zusammengehören und signifikant korreliert sind (Summe von PCB-Kongeneren oder Hydroxyphenanthrenen), dargestellt.

Für den interessierten Leser sind für weitergehende Betrachtungen im Anhang: Kapitel 9.2 die Interkorrelationen der Gehalte aller Schadstoffe im Blut und der volumen- sowie creatinin-bezogenen Gehalte aller Schadstoffe im Urin angegeben.

Um den störenden Einfluss unterschiedlicher Urinkonzentrationen auf den Gehalt eines Schadstoffes im Morgenurin zu neutralisieren, wird häufig der entsprechende Schadstoffgehalt normiert. Bei den vorliegenden Auswertungen wurde die gebräuchliche Normierung auf Creatinin benutzt, also der Schadstoffgehalt durch den Creatiningehalt des Urins dividiert. Der Creatiningehalt des Urins wird als Indikator der glomulären Filtrationsrate angesehen.

Die volumenbezogenen Schadstoffgehalte weisen alle eine signifikante positive Korrelation mit Creatinin auf (Kap. 9.2). Durch die Normierung sollte der Einfluss des Creatiningehaltes ausgeschlossen werden, was zu einer Korrelation nahe Null führen sollte. Allerdings bewirkt die Normierung bei manchem Schadstoff eine überzogene Korrektur, es entsteht also eine signifikante negative Korrelation. Um den Effekt der Normierung für jeden untersuchten Schadstoff aufzuzeigen, sind in den Tabellen des Kapitels 9.2 Korrelationen von Creatinin mit den volumen- und den creatininbezogenen Schadstoffgehalten im Urin tabelliert.

2.3.3 Auswahl der Gliederungsmerkmale

Als Gliederungsmerkmale werden Expositionsfaktoren oder physiologische Bedingungen, welche die Schadstoffbelastung (mit) bestimmen, bezeichnet.

Ziel der Auswertung ist die Darstellung der korporalen Belastung einerseits für die 18- bis 69-jährigen Erwachsenen in Deutschland, sowie andererseits für eine Vielzahl von Teilstichproben. Mit dieser Deskription werden zwei Ziele verfolgt. Zum einen sollen für Referenzzwecke detaillierte Informationen über häufig interessierende Teilpopulationen, wie z.B. Frauen oder Raucher, zur Verfügung gestellt werden. Zum anderen soll der bivariate Zusammenhang zwischen der Zielvariablen und dem Gliederungsmerkmal aufgezeigt werden.

Alle tabellierten Gliederungsmerkmale sind in Kapitel 9.1 erläutert (Wortlaut der Fragen und Antwortvorgaben, Rechenvorschriften für die Bildung der Indices, Begründung der Intervall-bildung der Messvariablen).

Jede Zielvariable wird nach den folgenden **Standard-Gliederungsmerkmalen** deskribiert, auch wenn die betreffenden Personengruppen sich nicht signifikant unterscheiden:

- Geschlecht (Männer, Frauen)
- Lebensalter (18 bis 19, 20 bis 29, 30 bis 39, 40 bis 49, 50 bis 59, 60 bis 69 Jahre)

- Wohnort im Jahr 1998 (alte Länder, neue Länder).

Die Standard-Gliederungsmerkmale wurden wegen ihrer generellen inhaltlichen Bedeutsamkeit ausgewählt.

Darüber hinaus wird die korporale Schadstoffbelastung nach **kriteriumsspezifischen Gliederungsmerkmalen** deskribiert, z.B. der Quecksilbergehalt im Urin nach der Anzahl der Zähne mit Amalgamfüllungen. Die Auswahl dieser Gliederungsmerkmale erfolgte nach inhaltlichen und statistischen Gesichtspunkten. Zuerst wurden nach Sichtung der Literatur und der Ergebnisse vorangegangener Umwelt-Surveys alle wesentlichen Merkmale für die Schadstoffbelastung zusammengestellt, für die im Survey geeignete Fragebogen- oder Messvariablen zur Verfügung standen. Danach wurde für jedes ausgewählte Gliederungsmerkmal getestet, ob signifikante Belastungsunterschiede zwischen den durch das Gliederungsmerkmal definierten Personengruppen bestehen, oder anders ausgedrückt, ob ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Gliederungsmerkmal und dem Schadstoffgehalt im Blut bzw. Urin besteht. In der Regel wurde geprüft, ob sich die geometrischen Mittelwerte der verschiedenen Personengruppen signifikant unterscheiden. Dazu wurden t-Tests (bei zwei Personengruppen) oder einfaktorielle Varianzanalysen (bei mehr als zwei zu vergleichenden Gruppen) durchgeführt. In Sonderfällen wurden χ^2-Unabhängigkeitstests eingesetzt, vor allem um Zusammenhänge zwischen einem Gliederungsmerkmal und dem Anteil der Probanden ohne/mit auffälligen Messwerten oder mit Messwerten unter/über der Bestimmungsgrenze zu prüfen (Schulz et al. 2002).

Ein ausgewähltes Gliederungsmerkmal wurde dann in die Ergebnisdarstellung aufgenommen, wenn bivariate Signifikanz gegeben war und darüber hinaus die Signifikanz nach Adjustierung bezüglich aller anderen tabellierten Gliederungsmerkmale erhalten blieb. Signifikante Gliederungsmerkmale sind in den Tabellen mit * gekennzeichnet.

Die Verwendung des Wortes „signifikant“ in den Interpretationen der vorliegenden Ergebnisse bezieht sich auf einen **Fehler 1. Art von α=0,1 %** (werden signifikante Ergebnisse aus der Literatur wiedergegeben, so kann auch ein anderes Signifikanzniveau gemeint sein). Nur bei Spezialauswertungen sehr kleiner Teilstichproben wurde ausnahmsweise ein Signifikanzniveau von α=1% zugrunde gelegt, was explizit in der jeweiligen Tabelle angegeben ist (Schulz et al. 2002).

Um einen Einblick in die Zusammenhangsstruktur der Gliederungsmerkmale zu erhalten, wurden paarweise χ^2-Unabhängigkeitstests durchgeführt und im Falle signifikanter Zusammenhänge wurden diese durch das Assoziationsmaß V von Cramér quantifiziert. Im Anhang (Kap. 9.3) sind für jeden Schadstoff die Assoziationen aller tabellierten Gliederungsmerkmale untereinander sowie mit dem Creatinin aufgeführt. Bei der Interpretation unplausibel erscheinender signifikanter Gliederungsmerkmale sind die Assoziationen, z.B. die Zusammenhänge von Creatinin im Urin mit Geschlecht, Alter und schadstoffspezifischen Merkmalen, zu berücksichtigen.

Die Tabellen für jeden im Urin bestimmten Schadstoff umfassen jedes kriteriumsspezifische Gliederungsmerkmal, das bei volumenbezogener <u>oder</u> creatininbezogener Auswertung signifikant ist.

2.3.4 Angegebene Kennwerte

Für jede Zielvariable wurden in der Regel die gleichen Kennwerte berechnet und in Tabellen mit einem einheitlichen Tabellenkopf angegeben. Neben dem jeweiligen Stichprobenumfang (N) und der Anzahl von unter der Bestimmungsgrenze (BG) liegenden Werten (n<BG) werden fünf Perzentile (10., 50., 90., 95., 98.), der Maximalwert (Max), das arithmetische Mittel (AM), das geometrische Mittel (GM) sowie ein approximatives 95%-Konfidenzintervall für das geometrische Mittel (KI GM) berechnet. Sind die Messwerte kleiner als die BG, so wird auch der Prozentsatz über der BG liegender Messwerte (%≥BG) tabelliert. In Band I: Studienbeschreibung (Schulz et al. 2002) wird die Auswahl der Kennwerte begründet und ihre Bedeutung erläutert.

In jeder Tabelle wird ein besonders aussagekräftiger Kennwert hervorgehoben, indem er fett gedruckt und unterlegt wird, in der Regel das geometrische Mittel. Nur bei Schadstoffen mit sehr vielen Messwerten unter der BG wird der Prozentsatz der Messwerte über der BG hervorgehoben.

Bei der Berechnung von AM, GM und KI GM wurden die unter der Bestimmungsgrenze liegenden Werte als BG/2 berücksichtigt.

Die in den Tabellen angegebenen Kennwerte sind im Allgemeinen gerundete Zahlen. Dies betrifft auch die tabellierten Teilstichprobenumfänge, welche rechnerisch als Summe von Gewichten bestimmt werden. Die auftretenden Rundungsungenauigkeiten können dazu führen, dass die Summe der Teilstichprobenumfänge nicht exakt den gesamten Stichprobenumfang ergibt. Die durch Rundung entstehenden Abweichungen sind jedoch gering und vernachlässigbar. Größere Differenzen zwischen der Summe der Teilstichprobenumfänge und dem Gesamtstichprobenumfang treten vereinzelt auf und zwar dann, wenn die entsprechenden Fragen von mehreren Probanden nicht beantwortet wurden oder die Antwort keiner tabellierten Kategorie zugeordnet werden kann.

2.3.5 Intervalle für Populationsperzentile zur Ermittlung von Referenzwerten

Die in den Deskriptionstabellen angegebenen 95. Stichprobenperzentile können als Schätzungen der jeweiligen unbekannten 95. Populationsperzentile aufgefasst werden. Es ist jedoch damit zu rechnen, dass diese Schätzungen teilweise merklich von den gesuchten Populationsperzentilen abweichen. Dies liegt zum einen daran, dass das mittlere Perzentil (Median) meist besser geschätzt wird als die äußeren Perzentile, die in Messbereichen liegen, in denen selten gemessen wird. Zum anderen haben fast alle der untersuchten Elementgehalte eine stark asymmetrische Verteilungsform mit ausschließlich im oberen Messbereich auftretenden „Ausreißern“. Das 95. Stichprobenperzentil ist äußerst empfindlich gegenüber Ausreißern des oberen Messbereiches und variiert stark zwischen zufällig gezogenen Teilstichproben.

Bei der Ermittlung von Referenzwerten im Rahmen des Human-Biomonitorings wird zunehmend auf Konfidenzintervalle für bestimmte Populationsperzentile zurückgegriffen. Von besonderem Interesse aufgrund vorhandener Richtlinien (IUPAC-Richtlinie, Holst et al. 1994) und Empfehlungen (Kommission Human-Biomonitoring 1996a, 2000) ist das

95. Populationsperzentil. Es gibt den Wert an, der von genau 5 % der Grundpopulation überschritten wird.

Die im Anhang (Kap. 9.4) angegebenen Konfidenzintervalle für das 95. Populationsperzentil sind weniger anfällig gegenüber Ausreißern im Datenmaterial, weil die angesetzte Log-Normalverteilung, deren Anwendbarkeit von Ott (1990) theoretisch begründet wurde, einen Glättungseffekt bewirkt. Außerdem wird die nach der Datenauswertung bleibende Ungewissheit durch die Intervallbreite adäquat widergespiegelt. Die Intervalle besitzen alle einheitlich eine Überdeckungswahrscheinlichkeit von 95 %, d.h. das jeweilige unbekannte 95. Populationsperzentil liegt mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % in dem angegebenen Intervall.

Es sei darauf hingewiesen, dass das 95. Stichprobenperzentil aus den Deskriptionstabellen nicht unbedingt im Konfidenzintervall des 95. Populationsperzentils enthalten sein muss. Dies tritt in der Regel dann auf, wenn über 5 % „rechts liegende Ausreißer“ im Datenmaterial vorkommen und der durch die logarithmische Normalverteilung erzielte Glättungseffekt im oberen Messbereich erkennbar wird.

2.3.6 Zeitlicher Vergleich

Zu den wesentlichen Zielen des Umwelt-Surveys gehört auch die Darstellung von Veränderungen der korporalen Schadstoffbelastung in Deutschland. Ein zeitlicher Vergleich des 2. Umwelt-Surveys (1990/92) und des 3. Umwelt-Surveys (1998) ist möglich, da in beiden Studien Erwachsene aus ganz Deutschland untersucht wurden. Der Vergleich muss allerdings auf diejenige Bevölkerungsgruppe beschränkt bleiben, die in beiden Surveys erfasst wurde, also die 25- bis 69-jährigen Deutschen.

Die 1990/92 und 1998 bestimmten Gehalte an Blei, Cadmium und Quecksilber im Blut sowie Arsen, Cadmium, Quecksilber, PCP und PAK-Metabolite im Urin werden gegenübergestellt.

Kein Proband wurde in mehreren Umwelt-Surveys untersucht, für jeden Survey wurde eine neue repräsentative Querschnittsstichprobe ausgewählt. Beim zeitlichen Vergleich von Querschnittsstichproben können Veränderungen der Substanzgehalte in einem Medium nicht nur die veränderte Expositionssituation, sondern auch die veränderte Bevölkerungsstruktur widerspiegeln. Um Letzteres auszuschließen, erfolgte eine spezielle Datengewichtung.

Für jeden Survey wurden die Daten aller Probanden auf der Basis der Bevölkerungsstruktur von 1998, wie sie im Mikrozensus des Statistischen Bundesamtes ermittelt wurde, gewichtet. Der wesentliche Effekt der Gewichtung liegt darin, die im 2. Survey gemäß der Studienplanung überrepräsentierten Probanden aus den neuen Ländern so herunter zu gewichten, wie es ihrem Anteil an der in Deutschland insgesamt lebenden Bevölkerung entspricht. Auch die Daten des Surveys 1998 wurden für den zeitlichen Vergleich neu gewichtet, da alle 18- bis 24-jährigen und nicht-deutschen Probanden unberücksichtigt bleiben mussten (Schulz et al. 2002).

1985/86 wurde auf dem damaligen Gebiet der Bundesrepublik der 1. Umwelt-Survey durchgeführt, und es wurden die meisten der o.g. Schadstoffe zum ersten Mal bestimmt. Statistische Analysen der Veränderung der Schadstoffgehalte in den alten Bundesländern von 1985/86 bis 1990/91 wurden bereits früher publiziert (Krause et al. 1996) und sind daher in diesem Berichtsband nur im Text erwähnt.

2.3.7 Vergleich mit Literaturdaten

Die für die Bevölkerung der Bundesrepublik ermittelten Daten werden Vergleichsdaten aus der Literatur gegenübergestellt. Bei einem solchen Vergleich ist zu berücksichtigen, dass auf der nationalen Ebene Studien in der Regel anlassbezogen durchgeführt werden und im besten Fall die Allgemeinbevölkerung einer Region untersucht wird. Dies gilt in ähnlicher Weise auch für die auf internationaler Ebene vorhandenen Daten.

Außerdem liegen den unterschiedlichen Studien häufig unterschiedliche analytische Vorgehensweisen zu Grunde. So wird z.B. nicht das Vollblut sondern Plasma oder Serum untersucht oder nicht der Morgenurin sondern Spontan- oder 24h-Urin. Viele Schadstoffe reichern sich mit dem Lebensalter im menschlichen Körper an, so dass streng genommen nur Kollektive eines identischen Altersspektrums vergleichbar sind. Außerdem dürften für einen Vergleich nur Studien eines ähnlichen Zeitraumes herangezogen werden. Da in den Jahren um 1998 jedoch entweder nur wenige Studien durchgeführt wurden oder diese noch nicht veröffentlicht sind, werden vorrangig Studien berücksichtigt, die seit Mitte der 90er Jahre durchgeführt wurden. Trotz dieser Einschränkungen können die in den Tabellen aufgelisteten Literaturergebnisse zu einem abschätzenden Vergleich mit den im Umwelt-Survey ermittelten Daten herangezogen werden.

3 Schwermetalle (Pb, Cd, Hg) und Arsen in Blut und Urin

Arsen, Blei, Cadmium und Quecksilber sind aufgrund ihrer kumulierenden (Cd, Pb), cancerogenen (As, Cd) und neurotoxischen Wirkung (Pb, Hg) umweltmedizinisch relevante Schadstoffe, die ubiquitär verbreitet und zu denjenigen Schadstoffen zu zählen sind, deren Verbreitung es in der Umwelt weiterhin zu reduzieren gilt. Daher sind in zeitlichen Abständen die korporale Belastung der Bevölkerung mit diesen Stoffen zu kontrollieren und die entsprechenden Referenzwerte, die eine bundeseinheitliche Bewertung ermöglichen, zu aktualisieren.

Zur Verwendung, zum Vorkommen, zu Aufnahmemengen, zur Kinetik und Toxikologie sowie zu Wirkungen auf den Menschen und zur Analytik dieser Stoffe liegt umfangreiche Literatur vor (u.a. WHO 1990, 1991, 1992, 1995; Kommission Human-Biomonitoring 1996b, 1998, 1999a, 2000; Gebel und Becher 2001, Wilhelm und Ewers 1993, Ewers und Wilhelm 1995). Hinsichtlich der hauptsächlichen Belastungsquellen der Allgemeinbevölkerung in Deutschland sei auf die Zusammenhangsanalysen, die anhand der Daten des Umwelt-Surveys 1990/92 durchgeführt wurden, hingewiesen (Bernigau et al. 1999, Becker et al. 1996, Hoffmann et al. 1999, Seiwert et al. 1999).

In den folgenden Kapiteln werden die Verteilungen der Arsen-, Blei-, Cadmium und Quecksilbergehalte im Blut und/oder im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland und der nach stoffspezifischen Gliederungsmerkmalen definierten Bevölkerungsgruppen textlich beschrieben sowie graphisch und tabellarisch dargestellt. Im Vordergrund der statistischen Auswertungen und textlichen Darstellungen stehen die Ermittlung und Beschreibung der wesentlichen Belastungsquellen für die korporale Belastung der Bevölkerung mit diesen Stoffen, um diese bei der Bewertung von individuellen Belastungen und Belastungen ausgewählter Personengruppen berücksichtigen und Maßnahmen zur Minimierung ableiten zu können. Anschließend wird auf die zeitliche Entwicklung der korporalen Belastung der Bevölkerung eingegangen, um ggf. Veränderungen festzustellen. Für jeden Stoff erfolgt eine abschließende Diskussion der Ergebnisse.

Im letzten Kapitel dieses Abschnitts wird eine Bewertung der in 1998 bestehenden korporalen Belastungen der Bevölkerung in Deutschland mit dieser Stoffgruppe anhand der Human-Biomonitoring-(HBM)-Werte, die von der Kommission HBM abgeleitetet wurden (Kommission Human-Biomonitoring 1996b, 1998, 1999a), und im Falle von Arsen anhand der WaBoLu-Kategorien (Krause et al. 1987) vorgenommen.

3.1 Arsen im Urin

Die Arsenaufnahme der Bevölkerung in Deutschland, Arbeitsplatzbelastungen ausgenommen, erfolgt hauptsächlich über Lebensmittel, insbesondere über den Verzehr von Fisch und Meerestieren, aber auch über Getränke (Mineral- und Trinkwasser aus Regionen mit hohem geogenen Arsenvorkommen, Wein, Bier). Eine Aufnahme über Luft oder Staub ist im Normalfall von untergeordneter Bedeutung (Gebel und Becher 2001). Auch Tabakrauch spielt bei der Arsenaufnahme praktisch keine Rolle, da die Gehalte im Tabak -im Vergleich z.B. zu den Cadmiumgehalten- sehr niedrig sind.

3.1.1 Ergebnisse

Die statistischen Kennwerte zur Beschreibung der Verteilungen der Arsengehalte im Morgenurin sind in der **Tabelle 3.1.1** (volumenbezogen) und der **Tabelle 3.1.2** (creatininbezogen) dargestellt. Die geometrischen Mittelwerte betragen 3,9 µg/l und 3,1 µg/g Creatinin.

Der Verzehr von Fisch und Fischprodukten führt zu einer höheren Arsenausscheidung mit dem Urin. Dies wird anhand von zwei Gliederungsmerkmalen deutlich. Probanden, die angaben, in den letzten 48 Stunden vor der Probenahme Fisch verzehrt zu haben, weisen einen höheren mittleren Arsengehalt im Urin auf als Probanden, bei denen dies nicht der Fall war. Außerdem steigt der mittlere Arsengehalt im Urin mit der Häufigkeit des Fischverzehrs an.

Signifikant unterschiedliche Arsengehalte im Urin sind bei Männern und Frauen zu beobachten, wobei in Abhängigkeit von der Bezugsgröße entweder die Männer (Volumenbezug) oder die Frauen (Creatininbezug) den höheren mittleren Gehalt aufweisen.

Zwischen dem Lebensalter und den Arsengehalten bestehen in Abhängigkeit von der Bezugsgröße die folgenden Zusammenhänge: Mit dem Lebensalter sinkt die volumenbezogene Arsenausscheidung über den Urin, wohingegen der creatininbezogene mittlere Gehalt mit dem Lebensalter steigt.

Mit höherem Arsengehalt in der Stagnationsprobe des häuslichen Trinkwassers, die im Rahmen des Umwelt-Surveys genommen und untersucht wurde (vgl. Band IV: Trinkwasser, Becker et al. 2001), nimmt der Arsengehalt im Urin zu.

Mit der Häufigkeit des Konsums von Wein/Sekt/Obstwein nimmt der mittlere Arsengehalt im Urin zu.

Bei der Bevölkerung aus den neuen Bundesländern liegt ein höherer mittlerer Arsengehalt im Urin vor als bei der Bevölkerung aus den alten Bundesländern.

In den **Tabellen 3.1.3** und **3.1.4** sind die Arsengehalte im Urin nur für denjenigen Teil der Bevölkerung beschrieben, der angab, in den 48 Stunden vor der Probenahme keinen Fisch verzehrt zu haben. Bei diesem Teil der Bevölkerung bestehen mit Ausnahme des "Wohnortes in 1998 (alte vs. neue Bundesländer)" dieselben signifikanten, oben beschriebenen, Zusammenhänge mit dem Arsengehalt im Urin.

Bei der statistischen Auswertung wurde eine Vielzahl von weiteren potentiellen Gliederungsmerkmalen berücksichtigt, für die aber keine signifikanten Zusammenhänge mit der Arsenausscheidung über den Urin nachgewiesen werden konnten. Hierzu gehörten u.a. Variablen zur *Wohnungsumgebung*, zur *Wohnung* und zur *Ernährung*, zur *Biozidnutzung*, zum *Rauchverhalten* und zum *sozioökonomischen Status*, zur *Jahreszeit der Probenahme* und zum *Body Mass Index*.

Ergänzend sei erwähnt, dass bei der multivariaten Auswertung der Daten des Umwelt-Surveys 1990/92 folgende Prädiktoren als signifikante Einflussgrößen für den Arsengehalt im Urin ermittelt wurden: *Creatiningehalt im Urin*, *Häufigkeit des Fischverzehrs*, *Lebensalter (nur bei Volumenbezug)*, *Häufigkeit des Bierkonsums* und *die Jahreszeit der Probenahme* sowie für die Bevölkerung in den neuen Ländern *der Arsenniederschlag der Außenluft* (Seiwert et al. 1999). *Der Arsenniederschlag in der Außenluft* wurde im Rahmen des Umwelt-Surveys 1998 aus organisatorischen und haushaltstechnischen Gründen nicht ermittelt, so dass ein möglicher Zusammenhang nicht geprüft werden konnte.

Tab. 3.1.1: Arsen im Urin (µg/l) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland

[Bestimmungsgrenze: 0,6 µg/l]

	N	n<BG	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Gesamt	4741	208	1,2	4,1	12,0	18,9	35,4	157	6,41	**3,92**	3,81 - 4,03
Geschlecht *											
männlich	2391	76	1,5	4,3	12,5	19,5	38,7	147	6,81	**4,29**	4,13 - 4,46
weiblich	2350	132	1,0	3,8	11,3	18,1	32,4	157	6,01	**3,57**	3,42 - 3,72
Lebensalter *											
18 - 19 Jahre	181	3	1,8	4,6	9,4	11,7	17,5	69,9	5,61	**4,21**	3,78 - 4,71
20 - 29 Jahre	791	22	1,6	4,2	12,0	17,0	29,9	157	6,28	**4,18**	3,93 - 4,44
30 - 39 Jahre	1108	36	1,4	4,2	11,3	17,3	30,8	120	6,21	**4,04**	3,83 - 4,27
40 - 49 Jahre	960	46	1,2	4,1	14,5	25,9	49,8	130	7,41	**4,10**	3,83 - 4,39
50 - 59 Jahre	909	48	1,1	4,1	11,7	17,8	35,1	147	6,29	**3,77**	3,53 - 4,03
60 - 69 Jahre	792	52	0,9	3,5	12,4	18,8	37,1	93,3	5,94	**3,41**	3,17 - 3,68
Fischverzehr innerhalb 48 Stunden vor der Probenahme *											
nein	3924	199	1,1	3,7	9,5	13,1	20,1	147	5,05	**3,40**	3,30 - 3,50
ja	788	6	2,6	7,5	31,0	48,1	69,8	157	13,2	**7,91**	7,38 - 8,48
Häufigkeit des Fischkonsums *											
(fast) nie	476	31	0,9	3,3	8,1	10,3	17,9	57,8	4,39	**2,98**	2,74 - 3,24
maximal einmal im Monat	719	32	1,2	3,8	10,2	15,2	28,8	81,6	5,62	**3,59**	3,35 - 3,85
zwei- bis dreimal im Monat	1155	47	1,2	3,8	11,3	17,2	29,7	157	5,97	**3,75**	3,54 - 3,96
etwa einmal pro Woche	1842	80	1,3	4,3	12,7	19,9	35,1	147	6,81	**4,15**	3,96 - 4,34
mehrmals pro Woche	542	18	1,7	5,0	18,8	34,8	55,6	120	8,88	**5,11**	4,69 - 5,58
Arsengehalt des häuslichen Trinkwassers *											
bis 0,5 µg/l	2961	148	1,1	3,9	11,7	18,4	35,7	157	6,25	**3,74**	3,61 - 3,88
über 0,5 bis 1,0 µg/l	926	36	1,3	4,0	12,7	18,8	33,9	87,8	6,35	**3,93**	3,69 - 4,18
über 1,0 bis 2,0 µg/l	518	15	1,4	4,4	12,6	19,5	39,3	130	6,87	**4,27**	3,93 - 4,63
über 2,0 µg/l	323	9	2,1	5,1	12,4	20,8	35,7	85,1	7,25	**5,04**	4,59 - 5,53
Häufigkeit des Konsums von Wein/Sekt/Obstwein *											
maximal einmal pro Monat	2525	129	1,1	3,8	12,1	19,1	38,9	157	6,32	**3,69**	3,55 - 3,84
maximal einmal pro Woche	1603	61	1,4	4,2	11,8	18,9	31,2	147	6,30	**4,04**	3,86 - 4,23
mehrmals pro Woche	593	16	1,4	4,9	12,4	17,9	36,7	120	7,06	**4,62**	4,29 - 4,98
Wohnort im Jahr 1998 *											
alte Länder	3845	167	1,2	4,0	11,3	17,7	31,3	157	6,11	**3,80**	3,68 - 3,92
neue Länder	896	40	1,4	4,5	15,4	27,2	48,6	147	7,68	**4,47**	4,18 - 4,79

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Anzahl der Werte unter der Bestimmungsgrenze (BG); P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel; KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM; Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt;
* = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0{,}001$) nach t-Test bzw. Varianzanalyse

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

Tab. 3.1.2: Arsen im Urin (µg/g Creatinin) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland

	N	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Gesamt	4730	1,0	3,0	9,7	15,2	27,6	163	4,92	**3,08**	3,00 - 3,16
Geschlecht *										
männlich	2384	1,0	2,8	8,6	14,1	25,8	80,8	4,51	**2,89**	2,79 - 3,00
weiblich	2346	1,0	3,3	10,3	16,3	29,8	163	5,34	**3,28**	3,15 - 3,41
Lebensalter *										
18 - 19 Jahre	181	0,8	2,2	5,1	6,6	8,6	19,7	2,73	**2,11**	1,89 - 2,35
20 - 29 Jahre	789	1,0	2,3	6,6	9,8	16,7	82,6	3,53	**2,42**	2,28 - 2,56
30 - 39 Jahre	1104	1,0	2,8	7,9	11,6	21,0	80,8	4,11	**2,77**	2,64 - 2,92
40 - 49 Jahre	956	1,1	3,2	11,6	21,2	32,8	87,0	5,50	**3,30**	3,10 - 3,51
50 - 59 Jahre	909	1,1	3,6	10,8	18,0	29,5	71,0	5,60	**3,55**	3,34 - 3,77
60 - 69 Jahre	790	1,1	4,0	12,6	23,1	35,8	163	6,49	**3,85**	3,59 - 4,13
Fischverzehr innerhalb 48 Stunden vor der Probenahme *										
nein	3913	0,9	2,7	7,4	10,3	15,4	57,9	3,82	**2,66**	2,59 - 2,73
ja	787	2,1	5,7	25,9	34,8	51,2	163	10,4	**6,33**	5,91 - 6,77
Häufigkeit des Fischkonsums *										
(fast) nie	473	0,8	2,3	6,2	7,6	15,1	41,9	3,13	**2,22**	2,07 - 2,39
maximal einmal im Monat	717	1,0	2,6	7,4	10,0	23,3	49,6	3,95	**2,65**	2,49 - 2,82
zwei- bis dreimal im Monat	1153	1,0	2,9	8,6	13,2	23,6	163	4,51	**2,86**	2,72 - 3,02
etwa einmal pro Woche	1838	1,1	3,3	10,3	16,6	30,5	87,0	5,37	**3,35**	3,21 - 3,50
mehrmals pro Woche	541	1,4	4,1	15,4	27,0	35,8	81,4	7,18	**4,37**	4,02 - 4,74
Arsengehalt des häuslichen Trinkwassers *										
bis 0,5 µg/l	2952	0,9	2,9	9,6	15,0	27,0	163	4,80	**2,95**	2,85 - 3,05
über 0,5 bis 1,0 µg/l	923	1,1	3,0	9,1	15,0	28,1	87,0	4,91	**3,06**	2,88 - 3,25
über 1,0 bis 2,0 µg/l	517	1,2	3,1	10,0	15,3	25,1	74,2	4,91	**3,22**	2,99 - 3,48
über 2,0 µg/l	323	1,7	4,2	11,2	16,3	34,9	57,3	6,05	**4,19**	3,82 - 4,59
Häufigkeit des Konsums von Wein/Sekt/Obstwein *										
maximal einmal pro Monat	2519	0,9	2,8	9,6	15,2	27,1	163	4,74	**2,88**	2,77 - 2,99
maximal einmal pro Woche	1600	1,1	3,0	9,4	15,3	27,0	80,8	4,91	**3,15**	3,01 - 3,29
mehrmals pro Woche	592	1,4	3,8	11,1	14,8	33,1	81,4	5,75	**3,87**	3,61 - 4,14
Wohnort im Jahr 1998 *										
alte Länder	3833	1,0	3,0	9,0	13,8	26,3	163	4,76	**3,00**	2,91 - 3,09
neue Länder	896	1,1	3,2	12,4	18,9	32,6	62,5	5,62	**3,44**	3,22 - 3,67

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile;
MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel;
KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM;
* = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0{,}001$) nach t-Test bzw. Varianzanalyse

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

Tab. 3.1.3: Arsen im Urin (µg/l) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland - ohne Fischmahlzeit innerhalb 48 Stunden vor der Probenahme -

[Bestimmungsgrenze: 0,6 µg/l]

	N	n<BG	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Gesamt	3924	199	1,1	3,7	9,5	13,1	20,1	147	5,05	**3,40**	3,30 - 3,50
Geschlecht *											
männlich	1963	74	1,3	4,0	10,0	13,8	21,7	147	5,45	**3,75**	3,61 - 3,90
weiblich	1960	126	0,9	3,4	8,8	12,1	19,1	75,2	4,65	**3,07**	2,95 - 3,21
Lebensalter *											
18 - 19 Jahre	161	3	1,7	4,5	8,7	11,2	15,0	29,7	4,96	**3,93**	3,51 - 4,39
20 - 29 Jahre	673	21	1,4	3,9	10,0	14,3	21,7	49,0	5,30	**3,79**	3,56 - 4,04
30 - 39 Jahre	912	36	1,2	3,9	9,0	12,1	18,3	65,6	4,87	**3,52**	3,33 - 3,72
40 - 49 Jahre	774	44	1,0	3,6	9,9	13,5	24,7	81,6	5,30	**3,36**	3,13 - 3,60
50 - 59 Jahre	741	46	1,0	3,6	10,0	12,9	19,0	147	5,16	**3,29**	3,07 - 3,53
60 - 69 Jahre	663	50	0,8	3,2	9,2	13,2	21,9	93,3	4,67	**2,93**	2,71 - 3,16
Häufigkeit des Fischkonsums *											
(fast) nie	454	31	0,9	3,2	7,8	9,3	14,6	57,8	4,06	**2,87**	2,64 - 3,12
maximal einmal im Monat	644	30	1,2	3,6	8,5	11,3	18,1	81,6	4,75	**3,30**	3,09 - 3,53
zwei- bis dreimal im Monat	984	45	1,1	3,6	9,5	13,8	21,9	65,6	4,92	**3,35**	3,16 - 3,54
etwa einmal pro Woche	1455	76	1,1	3,9	10,2	13,9	22,4	147	5,42	**3,55**	3,38 - 3,73
mehrmals pro Woche	379	17	1,3	4,2	10,2	17,3	27,2	49,2	5,75	**3,89**	3,54 - 4,27
Arsengehalt des häuslichen Trinkwassers *											
bis 0,5 µg/l	2434	141	1,0	3,5	9,2	12,4	20,5	147	4,91	**3,22**	3,10 - 3,34
über 0,5 bis 1,0 µg/l	770	36	1,2	3,7	9,6	14,4	21,7	65,6	4,98	**3,44**	3,22 - 3,66
über 1,0 bis 2,0 µg/l	433	14	1,3	4,0	9,9	13,4	19,1	50,7	5,25	**3,73**	3,44 - 4,05
über 2,0 µg/l	275	9	1,9	4,7	9,7	11,7	23,1	75,2	6,07	**4,47**	4,07 - 4,92
Häufigkeit des Konsums von Wein/Sekt/Obstwein *											
maximal einmal pro Monat	2146	125	1,0	3,5	9,3	13,2	20,1	93,3	4,94	**3,22**	3,09 - 3,35
maximal einmal pro Woche	1308	57	1,3	3,8	9,6	12,7	21,7	147	5,13	**3,55**	3,38 - 3,72
mehrmals pro Woche	454	16	1,2	4,3	10,0	13,3	17,3	59,0	5,40	**3,88**	3,58 - 4,21
Wohnort im Jahr 1998											
alte Länder	3213	160	1,1	3,6	9,3	12,4	18,9	93,3	4,88	**3,34**	3,24 - 3,45
neue Länder	711	39	1,2	3,9	10,6	15,7	35,8	147	5,81	**3,66**	3,41 - 3,94

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Anzahl der Werte unter der Bestimmungsgrenze (BG); P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel; KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM; Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt;
* = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0{,}001$) nach t-Test bzw. Varianzanalyse

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

Tab. 3.1.4: Arsen im Urin (µg/g Creatinin) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland
- ohne Fischmahlzeit innerhalb 48 Stunden vor Probenahme -

	N	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Gesamt	3913	0,9	2,7	7,4	10,3	15,4	57,9	3,82	**2,66**	2,59 - 2,73
Geschlecht *										
männlich	1957	0,9	2,5	6,7	9,3	15,1	57,9	3,56	**2,51**	2,42 - 2,60
weiblich	1956	0,9	2,9	7,9	11,3	16,1	43,7	4,08	**2,82**	2,71 - 2,93
Lebensalter *										
18 - 19 Jahre	161	0,8	2,2	5,1	6,6	8,3	12,9	2,61	**2,03**	1,81 - 2,28
20 - 29 Jahre	670	0,9	2,1	5,8	8,0	12,4	21,4	2,93	**2,19**	2,07 - 2,32
30 - 39 Jahre	909	0,9	2,5	6,1	8,6	12,4	40,8	3,29	**2,42**	2,30 - 2,55
40 - 49 Jahre	770	0,9	2,8	7,1	11,6	17,7	42,9	3,95	**2,71**	2,55 - 2,88
50 - 59 Jahre	741	1,0	3,2	8,3	11,6	22,3	57,9	4,43	**3,05**	2,86 - 3,25
60 - 69 Jahre	662	1,0	3,6	9,7	13,2	21,2	50,9	4,93	**3,31**	3,08 - 3,55
Häufigkeit des Fischkonsums *										
(fast) nie	452	0,7	2,2	5,7	7,3	10,6	41,9	2,90	**2,14**	1,99 - 2,29
maximal einmal im Monat	642	0,9	2,5	6,1	8,2	11,7	36,3	3,34	**2,43**	2,28 - 2,58
zwei- bis dreimal im Monat	984	0,9	2,6	7,4	10,6	15,7	45,0	3,71	**2,56**	2,43 - 2,70
etwa einmal pro Woche	1451	1,0	2,9	7,9	11,5	17,4	57,9	4,16	**2,86**	2,74 - 2,99
mehrmals pro Woche	378	1,2	3,6	9,6	14,2	18,9	36,5	4,79	**3,39**	3,10 - 3,70
Arsengehalt des häuslichen Trinkwassers *										
bis 0,5 µg/l	2426	0,8	2,6	7,0	10,0	15,4	57,9	3,66	**2,52**	2,44 - 2,61
über 0,5 bis 1,0 µg/l	768	1,0	2,7	7,3	10,3	15,2	43,7	3,80	**2,67**	2,51 - 2,83
über 1,0 bis 2,0 µg/l	432	1,1	2,8	7,3	11,0	17,9	29,8	3,90	**2,82**	2,62 - 3,05
über 2,0 µg/l	275	1,6	3,9	9,4	12,1	17,7	36,5	5,04	**3,74**	3,40 - 4,11
Häufigkeit des Konsums von Wein und Sekt *										
maximal einmal pro Monat	2140	0,8	2,6	7,1	10,3	16,3	50,9	3,70	**2,52**	2,42 - 2,61
maximal einmal pro Woche	1304	1,1	2,8	7,4	9,9	15,4	57,9	3,84	**2,73**	2,61 - 2,85
mehrmals pro Woche	453	1,2	3,4	8,2	11,3	14,8	45,0	4,36	**3,24**	3,01 - 3,48
Wohnort im Jahr 1998										
alte Länder	3202	0,9	2,7	7,2	9,9	14,6	50,9	3,74	**2,63**	2,55 - 2,71
neue Länder	711	1,0	2,8	8,4	12,4	20,5	57,9	4,20	**2,80**	2,62 - 2,99

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile;
MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel;
KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM;
* = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0{,}001$) nach t-Test bzw. Varianzanalyse

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

3.1.2 Zeitlicher Vergleich

Der mittlere Arsengehalt im Urin der deutschen 25- bis 69-jährigen Bevölkerung hat im Zeitraum von 1990/92 (2. Umwelt-Survey) bis 1998 deutlich abgenommen und zwar von 6,3 µg/l auf 3,9 µg/l (**Tab. 3.1.5** und **Tab. 3.1.6**). Diese zeitliche Entwicklung kann in den alten Bundesländern aufgrund des 1. Umwelt-Surveys noch weiter zurück verfolgt werden. So wurden 1985/86 im Mittel noch 9,0 µg/l und ein 95. Perzentil von 37,5 µg/l bestimmt (Krause et al. 1996).

Betrachtet man nur Personen, die angaben, selten d.h. höchstens dreimal im Monat Fisch zu konsumieren, so wird eine entsprechende Tendenz zu abnehmenden Gehalten ebenfalls deutlich. Bei den "Selten-Fischessern" lag der mittlere Arsengehalt im Urin 1990/92 bei 5,6 µg/l (95.P.=24 µg/l) und 1998 bei 3,4 µg/l (95.P.=16 µg/l). Bei Personen, die häufiger als dreimal pro Monat Fisch konsumieren, lässt sich ebenfalls eine Abnahme des mittleren Arsengehaltes feststellen.

Tab. 3.1.5: Arsengehalt im Urin (µg/l) der 25- bis 69-jährigen deutschen Bevölkerung in den Jahren 1990/92 und 1998

	N	n<BG	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Untersuchungszeitraum *											
Survey 1990/92	4001	209	1,8	7,1	19,9	30,2	57,2	206	10,6	**6,33**	6,12 - 6,55
Survey 1998	4052	191	1,2	4,0	12,1	19,3	36,4	147	6,45	**3,87**	3,75 - 3,99
Wohnort											
alte Länder *											
1990/91	3190	158	1,8	7,0	18,9	27,9	56,0	199	10,3	**6,26**	6,03 - 6,49
1998	3232	148	1,2	3,9	11,3	17,9	33,3	130	6,12	**3,74**	3,61 - 3,86
neue Länder *											
1991/92	810	51	1,6	7,5	24,9	40,4	62,0	206	11,8	**6,61**	6,09 - 7,17
1998	820	43	1,3	4,5	15,9	27,1	48,7	147	7,77	**4,45**	4,13 - 4,79
Häufigkeit des Fischkonsums											
max. 3-mal im Monat *											
1990/92	2355	136	1,5	6,5	16,6	23,8	48,5	206	9,24	**5,64**	5,40 - 5,89
1998	1905	97	1,1	3,6	10,2	16,3	29,2	85,1	5,51	**3,44**	3,30 - 3,60
häufiger als 3-mal im Monat *											
1990/92	1643	73	2,2	7,9	25,7	41,3	62,7	199	12,5	**7,46**	7,08 - 7,87
1998	2140	93	1,3	4,5	13,9	22,2	41,8	147	7,3	**4,30**	4,12 - 4,50

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Anzahl der Werte unter der Bestimmungsgrenze (BG);
P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel;
GM = geometrisches Mittel; KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM;
Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt;
* = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0{,}001$) nach t-Test bzw. Varianzanalyse

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

Tab. 3.1.6: Arsengehalt im Urin (µg/g Creatinin) der 25- bis 69-jährigen deutschen Bevölkerung in den Jahren 1990/92 und 1998

	N	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Untersuchungszeitraum *										
Survey 1990/92	4001	1,5	4,9	15,4	24,1	39,9	148	7,69	**4,65**	4,50 - 4,80
Survey 1998	4043	1,1	3,1	10,1	16,1	29,2	163	5,17	**3,21**	3,11 - 3,30
Wohnort										
alte Länder *										
1990/91	3190	1,5	4,9	14,4	23,1	38,9	148	7,58	**4,66**	4,49 - 4,82
1998	3223	1,0	3,1	9,5	14,5	28,7	163	4,97	**3,11**	3,01 - 3,21
neue Länder *										
1991/92	810	1,2	5,0	18,6	27,9	42,9	110	8,12	**4,60**	4,26 - 4,98
1998	820	1,2	3,4	13,9	21,1	33,9	62,5	5,93	**3,61**	3,37 - 3,86
Häufigkeit des Fischkonsums										
max. 3-mal im Monat *										
1990/92	2355	1,3	4,3	12,1	19,5	35,2	121	6,60	**4,03**	3,87 - 4,21
1998	1901	0,9	2,7	8,0	12,1	22,7	163	4,23	**2,74**	2,64 - 2,86
häufiger als 3-mal im Monat *										
1990/92	1643	1,9	5,8	19,2	28,9	47,9	148	9,25	**5,69**	5,41 - 5,98
1998	2135	1,2	3,6	11,8	20,6	34,1	87,0	6,00	**3,69**	3,54 - 3,84

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Anzahl der Werte unter der Bestimmungsgrenze (BG = 0,6 µg/l);
P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel;
GM = geometrisches Mittel; KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM;
Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt;
* = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0{,}001$) nach t-Test bzw. Varianzanalyse

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

3.1.3 Diskussion

Bei Betrachtungen zur Exposition der Bevölkerung mit Arsen steht wegen seines krebserregenden Potentials vor allem das anorganische Arsen im Mittelpunkt des Interesses. In der Regel wird daher ein analytisches Verfahren herangezogen, mit dem vor allem dieses anorganische Arsen und seine Metabolite MMA und DMA bestimmt werden. Ein solches Vorgehen wurde auch für den Umwelt-Survey gewählt. Obwohl man davon ausgeht, dass dem menschlichen Körper über den Fischkonsum hauptsächlich Trimethylarsin oder Arsenobetain zugeführt wird, lässt sich im Umwelt-Survey ein Effekt der Häufigkeit des Fischkonsums nachweisen. Auch in anderen Bevölkerungsstudien, in denen die gleiche analytische Methode verwendet wurde, ließ sich ein Effekt des Fischkonsums nachweisen (Arbouine und Wilson 1992, Hakala und Pyy 1995).

Erklärt wird dies damit, dass bestimmte Fischspezies anorganisches Arsen sowie MMA oder DMA enthalten. Dabei wird allerdings von einem Anteil des anorganischen Arsens von weniger als 10 bis 15 % ausgegangen (Vahter 1988). Eine geringe Trennschärfe der analytischen Methode ist ebenfalls nicht auszuschließen.

Die Zusammenhänge zwischen *Geschlecht* und *Lebensalter* und dem Arsengehalt im Urin verlaufen, je nachdem ob der Gehalt auf das Urinvolumen oder Creatinin bezogen wird, in gegensätzliche Richtungen. Zu erklären ist dies dadurch, dass Männer mehr Creatinin ausscheiden als Frauen und der Creatiningehalt im Urin mit dem Lebensalter sinkt. Die Eignung des Bezuges des Stoffgehaltes im Urin auf Creatinin ist nicht unumstritten (Boeninger et al. 1993) und Arsen gehört nicht zu den Substanzen, für die eine Normierung mit Hilfe des Creatinins empfohlen wird (Weihrauch et al. 1998, Hwang et al. 1997). Die vorliegenden Ergebnisse dürften ein Indiz dafür sein, dass es durch den Creatininbezug quasi zu einer Überkompensation des Volumeneffektes kommt. Dafür sprechen auch die Ergebnisse der Untersuchungen der Umweltprobenbank. Bei Zugrundelegung von 24h-Urin, für den man im Allgemeinen keine Normierung durchführt, wurde für Frauen eine deutlich geringere Arsenausscheidung als für Männer ermittelt (UBA 1999a, 1999b).

In der vorliegenden Auswertung ergab sich erstmalig ein Zusammenhang zwischen dem Arsenhalt im Urin und der *Häufigkeit des Konsums von Wein, Sekt oder Obstwein.* Bei der multivariaten Auswertung der Daten des Umwelt-Surveys 1990/92 war die *Häufigkeit des Konsums von Bier* ein signifikanter Prädiktor (Seiwert et al. 1999). Über einen relevanten Beitrag von Arsengehalten in alkoholischen Getränken zur korporalen Belastung ist bisher nichts bekannt (Seiwert et al. 1999).

Anhand der vorliegenden Daten lässt sich ein Zusammenhang zwischen dem Arsengehalt im Urin und dem Arsengehalt im Trinkwasser beschreiben. Die Untersuchung von Arsen im häuslichen Trinkwasser wurde im Rahmen des Umwelt-Surveys 1998 erstmalig durchgeführt. Zu berücksichtigen ist allerdings der Aspekt, dass es sich bei der im Umwelt-Survey durchgeführten Probenahme um eine Momentaufnahme einer Stagnationsprobe handelt (Becker et al. 2001). Eine detaillierte Beschreibung der bestehenden Zusammenhänge wird im Rahmen der multivariaten Auswertungen der Daten des Umwelt-Surveys 1998 möglich sein.

Personen aus den *neuen Bundesländern* weisen 1998 einen höheren mittleren Arsengehalt im Urin auf, als Personen aus *den alten Bundesländern*. Bei demjenigen Teil der Bevölkerung, der angab, in den letzen 48 Stunden keinen Fisch verzehrt zu haben, ist dieser Zusammenhang allerdings nicht festzustellen. Im Rahmen des Umwelt-Surveys 1990/92 hatte ein solcher Unterschied zwischen den alten und den neuen Bundesländern ebenfalls nicht bestanden (Seiwert et al. 1999). Bei den Untersuchungen der Umweltprobenbank (UBA 1999a, 1999b) unterschied sich der Gehalt im Urin der jeweiligen Kollektive aus den alten und neuen Bundesländern nur geringfügig.

Die beim *Vergleich der Ergebnisse des Umwelt-Surveys 1998 und des Umwelt-Surveys 1990/92* festzustellende Abnahme des mittleren Arsengehaltes im Urin der Bevölkerung in Deutschland dürfte auf eine Abnahme der ubiquitären Arsenbelastung in der Bundesrepublik zurückzuführen sein. So hat z.B. die Emission von Arsen zwischen 1990 und 1995 von 120 t/a auf 33 t/a abgenommen (UBA 1997). Über einen zeitlichen Trend der Belastung der Nahrungsmittel einschließlich der Fischprodukte liegen keine repräsentativen Angaben vor.

In der **Tabelle 3.1.7** sind die Ergebnisse der Umwelt-Surveys und die Ergebnisse anderer Untersuchungen zusammengestellt. Vorbehaltlich der in Kapitel 2.3.7 erläuterten Einschränkungen lassen sich folgende Tendenzen erkennen: Die Daten aus anderen in Deutschland durchgeführten Studien liegen in der Mehrzahl in der gleichen Größenordnung wie beim Umwelt-Survey 1998. Bei in anderen Ländern durchgeführten Studien wurden höhere mittlere Gehalte ermittelt. Bei diesen Vergleichen ist es jedoch immer geboten, die unterschiedlichen analytischen Verfahren zu berücksichtigen. Teilweise wurden nicht nur die toxikologisch relevanten Arsenspezies erfasst, sondern Gesamtarsen bestimmt, wodurch sich u.a. die relativ hohen Werte aus China und den USA erklären lassen.

Tab. 3.1.7: Arsengehalt im Urin der Bevölkerung in Deutschland und in anderen Ländern

Land (Autoren)	Jahr	Kollektiv	N	statistische Kenngrößen	
Deutschland					
Umwelt-Survey I	1985/86	Allgemeinbevölkerung, M,F: 25-69 Jahre,	M,F: 2553	GM=9,0 µg/l	95.P.=37 µg/l
(Krause et al. 1996)		alte Bundesländer, Morgenurin	M,F: 2441	GM=6,5 µg/gCrea	95.P.=28 µg/gCrea
Umwelt-Survey II	1990/92	Allgemeinbevölkerung; M,F: 25-69 Jahre,	M,F: 4001	GM=6,3 µg/l	95.P.=30 µg/l
(Krause et al. 1996)		Morgenurin	M,F: 4001	GM=4,6 µg/gCrea	95.P.=24 µg/gCrea
Umwelt-Survey III	1998	Allgemeinbevölkerung, M,F: 18-69 Jahre,	M,F: 4741	GM=3,9 µg/l	95.P.=19 µg/l
		Morgenurin	M,F: 4730	GM=3,1 µg/gCrea	95.P.= 15 µg/gCrea
(BAGS 1997 und 1999)	1991/92	Hamburg, Untersuchungsprogramm Billesiedlung, Kontrollgebiete, M,F: 18-69 Jahre, 24h-Urin	M,F: 211	GM=3,4 µg/24h	95.P.=9,8 µg/24h
(Heinrich et al. 1995)	1992/94	Bitterfeld, Hettstedt, Zerbst, F: 52-59 Jahre	F: 399	GM=3,7-4,7 µg/l	95.P.=21-24 µg/l
(Gebel et al. 1998)	1994	Nordpfälzer Bergland, M,F: 1-89 Jahre	M,F: 199	50.P.=3,2 µg/24h	Max=18 µg/24h
		Südniedersachsen, M,F: 2-84 Jahre, 24h-Urin	M,F: 75	50.P.=6,2 µg/24h	Max=24 µg/24h
(LANU 1997)	1995/96	Schleswig Holstein, Pinneberg, M,F: 40-65 Jahre, Spontanurin	M,F: 245	50.P.=1,8 µg/l	95.P.=6,6 µg/l
(UBA 1999b)	1997	Bank für Human-Organproben, 24h-Urin			
		Münster, M,F: 15->39 Jahre	M,F: 113	50.P.=3,4 µg/l	95.P.=12 µg/l
		Halle, M,F: <14->39 Jahre	M,F: 116	50.P.=3,2 µg/l	95.P.=10 µg/l
		Greifswald, M,F: 20-39 Jahre	M,F: 114	50.P.=3,7 µg/l	95.P.=12 µg/l
		Ulm, M,F: 15->39 Jahre	M,F: 111	50.P.=3,0 µg/l	95.P.=9,6 µg/l
Belgien					
(Buchet et al. 1996)	1991/95	PheeCad-Studie, div. Regionen, 24h-Urin	M: 221	GM=8,4 µg/24h	
			F: 388	GM=6,9 µg/24h	
China					
(Wenhua et al. 1998)	?	Henan, nicht beruflich belastet	M,F:2065	50.P.=17,8 µg/l	
Dänemark					
(Kristiansen et al. 1997)	1993	Teilkollektiv der MONICA-10 Studie, M,F: 40-70 Jahre,	M:89	50.P.=11,6 µg/l	95.P.=41 µg/l
		Spontanurin	F: 93	50.P.= 7,9 µg/l	95.P.=36 µg/l

Tab. 3.1.7: -Fortsetzung-

Land (Autoren)	Jahr	Kollektiv	N	statistische Kenngrößen	
Niederlande					
(Fiolet et al. 1999)	1997	Allgemeinbevölkerung, M: 20-65 Jahre, Spontanurin	M: 124	GM=8,6 µg/gCrea	97,5.P.=36 µg/gCrea
USA					
(Clayton et al. 1999)	?	NHEXAS, Region 5, Allgemeinbevölkerung, M,F: ab 0 Jahre	M,F: 202	50.P.=3,7 µg/l	90.P.=31 µg/l
(Komaromy-Hiller et al. 2000)	?	National Client Base, Allgemeinbevölkerung, F,M	M,F: 13 532	50.P.=18,2 µg/l	97,5.P.=52 µg/l

3.2 Blei im Blut

Im Allgemeinen wird davon ausgegangen, dass die Bleibelastung der erwachsenen Bevölkerung in Deutschland zu 80 % durch Lebensmittel verursacht ist, ausgenommen Arbeitsplatzbelastungen (Wilhelm und Ewers 1993). Die Zufuhr über das Trinkwasser ist meist gering, jedoch kann sie in Haushalten mit Wasserleitungen aus Blei deutlich höher liegen. Zusammenhänge zwischen dem Konsum von alkoholischen Getränken (wie Bier, Wein) und dem Blutbleigehalt sind in diversen Studien nachgewiesen worden (Bernigau et al. 1999, Hense et al. 1992, Wetzel et al. 1994). Die Bleiaufnahme über die Atemluft ist im allgemeinen mit einem Anteil von weniger als 5 % gering. Zigarettenrauchen oder das Wohnen/Leben in Emittentennähe können jedoch eine nennenswerte zusätzliche Belastung bewirken.

3.2.1 Ergebnisse

In der **Tabelle 3.2.1** sind die Kennwerte der Bleigehalte im Blut der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland im Jahr 1998 dargestellt. Der mittlere Bleigehalt (GM) im Blut beträgt 30,7 µg/l.

Männer weisen einen höheren Bleigehalt im Blut auf als Frauen. Mit dem Lebensalter lässt sich von der Altersklasse "18-19 Jahre" bis zur Altersklasse "50-59 Jahre" ein kontinuierlicher Anstieg der geometrischen Mittelwerte beobachten. In der Altersklasse "60-69 Jahre" zeigt sich dann wieder ein geringerer mittlerer Bleigehalt im Blut. Der Bleigehalt im Blut korreliert außerdem mit dem Zellpackungsvolumen (Hämatokrit) des Blutes, welches wiederum vom Geschlecht abhängig ist. So werden sowohl für Männer als auch für Frauen bei höherem Zellpackungsvolumen höhere Bleigehalte im Blut bestimmt.

Mit der Zunahme der Häufigkeit des Konsums von Bier oder Wein/Sekt/Obstwein nimmt der mittlere Bleigehalt im Blut zu.

Der Rauchstatus hat einen Einfluss auf den mittleren Bleigehalt im Blut. Raucher und Exraucher weisen einen höheren mittleren Bleigehalt im Blut auf als Nieraucher.

Der Bleigehalt im häuslichen Trinkwasser (Stagnationsprobe) und die tägliche Zufuhr von Blei mit dem häuslichen Trinkwasser (berechnet unter Berücksichtigung des konsumierten Volumens, vgl. Band IV: Trinkwasser, Becker et al. 2001) hängen signifikant mit dem mittleren Bleigehalt im Blut zusammen.

Bei der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung der neuen Bundesländer liegt ein höherer mittlerer Bleigehalt im Blut vor als bei der Bevölkerung der alten Bundesländer.

Nicht in die Tabellen aufgenommen, jedoch auf der deskriptiven Ebene signifikante Merkmale für den Bleigehalt im Blut sind die Folgenden:

Bei Bewohnern in Gemeinden ab 100 000 Einwohnern wird ein höherer Bleigehalt im Blut bestimmt als bei der Bevölkerung in kleineren Gemeinden (32,5 µg/l vs. 29,9 µg/l).

Arbeiter weisen einen höheren Bleigehalt im Blut auf als andere Personen (34,0 µg/l vs. 29,9 µg/l). Mit der Zunahme der Häufigkeit von Schmutz an der Arbeitskleidung erhöht sich der mittlere Bleigehalt im Blut (Kategorien: nie: 29,9 µg/l; selten: 31,5 µg/l; gelegentlich: 33,2 µg/l; oft, (fast)immer: 35,7 µg/l).

Bei Personen, in deren Wohnung ein mit Holz oder Kohle befeuerter Einzelofen vorhanden ist, wird, im Vergleich zu Personen, in deren Wohnung dies nicht der Fall ist, ein höherer mittlerer Bleigehalt im Blut bestimmt (33,4 µg/l vs. 30,2 µg/l).

In der kalten Jahreszeit (Oktober bis April) wird bei der Bevölkerung ein höherer mittlerer Bleigehalt im Blut bestimmt als in der warmen Jahreszeit (31,7 µg/l vs. 28,9 µg/l).

Bei der statistischen Auswertung wurde eine Vielzahl von weiteren potentiellen Gliederungsmerkmalen berücksichtigt, für die aber keine signifikanten Zusammenhänge mit dem Bleigehalt im Blut nachgewiesen werden konnten. Dies betrifft u.a. die Merkmale: *Emittenten in der Wohnumgebung*, *Straßenlage*, *Nährstoff- und Vitaminzufuhr* mit der Nahrung (Diet History), *Konsum von Milchprodukten* und Angaben zum *Passivrauchen* sowie Angaben zur *Soziodemographie* und die *Staatsangehörigkeit*.

Ergänzend sei erwähnt, dass bei der multivariaten Auswertung der Daten des Umwelt-Surveys 1990/92 (Bernigau et al. 1999) folgende Prädiktoren als signifikante Einflussgrößen für den Bleigehalt im Blut ermittelt wurden: *Geschlecht*, *tägliche Bleizufuhr mit dem Trinkwasser* (nur in den neuen Bundesländern), *Häufigkeit des Konsums von Bier*, *Zellpackungsvolumen*, *Häufigkeit des Konsums von Wein, Sekt oder Obstwein*, *tägliche gerauchte Zigarettenzahl*, *Lebensalter*, *Bleiniederschlag in der Außenluft*, *Metallverarbeitung am Arbeitsplatz* und *Alter des Wohnhauses* (nur in den neuen Bundesländern).

Der *Bleiniederschlag in der Außenluft* wurde im Rahmen des Umwelt-Surveys 1998 u.a. aus organisatorischen und haushaltstechnischen Gründen nicht ermittelt, so dass ein möglicher Zusammenhang nicht geprüft werden konnte. Auch für einige andere Einflussgrößen wurden die nötigen Informationen aus oben genannten Gründen nicht erfasst, wie z.B. *tägliche Aufenthaltsdauer in motorisierten Fahrzeugen* und *im Straßenverkehr* sowie detaillierte Angaben zur *Belastung am Arbeitsplatz* und das *Alter des Wohnhauses*.

Tab. 3.2.1: Blei im Blut (µg/l) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland

[Bestimmungsgrenze: 4 µg/l]

	N	n<BG	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Gesamt	4646	9	16	31	58	71	94	380	35,6	**30,7**	30,2 - 31,2
Geschlecht *											
männlich	2342	3	20	36	64	79	104	380	40,5	**35,8**	35,1 - 36,6
weiblich	2303	7	14	27	51	62	81	322	30,5	**26,3**	25,7 - 26,9
Lebensalter *											
18 - 19 Jahre	179	3	11	21	38	42	56	73	22,9	**20,3**	18,7 - 21,9
20 - 29 Jahre	774	2	12	25	47	57	109	380	29,9	**24,9**	23,9 - 25,9
30 - 39 Jahre	1086	2	16	30	53	65	85	307	33,9	**29,7**	28,8 - 30,6
40 - 49 Jahre	941	0	17	34	60	74	97	322	37,2	**32,7**	31,7 - 33,8
50 - 59 Jahre	890	2	19	37	66	80	102	192	41,0	**36,2**	35,0 - 37,5
60 - 69 Jahre	776	1	18	34	64	75	93	179	38,3	**33,6**	32,4 - 34,9
Zellpackungsvolumen (Männer)											
unter 0,42	478	1	19	35	62	71	110	175	38,8	**34,6**	33,2 - 36,2
0,42 bis unter 0,45	970	1	20	35	66	80	105	206	40,2	**35,4**	34,3 - 36,5
0,45 bis unter 0,48	741	1	20	37	65	82	107	380	41,9	**36,8**	35,5 - 38,1
ab 0,48	153	0	21	40	60	70	78	124	41,2	**38,3**	36,0 - 40,8
Zellpackungsvolumen (Frauen) *											
unter 0,38	517	1	11	23	44	55	73	126	26,7	**23,1**	22,0 - 24,2
0,38 bis unter 0,40	587	3	13	25	49	57	72	105	28,5	**24,7**	23,7 - 25,9
0,40 bis unter 0,42	660	1	14	28	53	66	94	322	32,4	**27,4**	26,2 - 28,6
ab 0,42	540	2	16	30	57	70	87	173	34,2	**30,1**	28,8 - 31,5
Häufigkeit des Bierkonsums *											
maximal einmal pro Monat	2289	6	14	28	53	65	84	206	31,6	**27,2**	26,6 - 27,8
maximal einmal pro Woche	1276	2	18	32	58	72	97	322	36,4	**31,8**	30,9 - 32,7
mehrmals pro Woche	1068	1	22	38	68	80	109	380	43,1	**38,4**	37,4 - 39,5
Häufigkeit des Konsums von Wein/Sekt/Obstwein *											
maximal einmal pro Monat	2475	8	15	29	53	65	87	380	33,1	**28,3**	27,7 - 29,0
maximal einmal pro Woche	1565	2	17	32	58	71	94	322	36,0	**31,6**	30,8 - 32,4
mehrmals pro Woche	585	0	22	40	72	89	105	192	45,0	**40,4**	38,9 - 42,0

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Anzahl der Werte unter der Bestimmungsgrenze (BG);
P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel;
GM = geometrisches Mittel; KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM;
Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt;
* = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0{,}001$) nach t-Test bzw. Varianzanalyse

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

Tab. 3.2.1: (Fortsetzung)

[Bestimmungsgrenze: 4 µg/l]

	N	n<BG	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Rauchstatus *											
Nieraucher	2063	6	14	29	53	64	83	230	32,4	**28,0**	27,4 - 28,7
Exraucher	999	1	18	34	64	76	100	185	38,3	**33,5**	32,5 - 34,6
Raucher	1584	2	17	33	61	76	102	380	38,0	**32,8**	31,9 - 33,7
Anzahl Zigaretten pro Tag (Raucher) *											
bis 5	327	1	15	29	57	71	96	380	35,5	**29,3**	27,4 - 31,2
6 bis 10	243	0	16	29	58	95	140	242	36,6	**30,1**	28,0 - 32,5
11 bis 15	251	0	18	34	58	65	80	112	36,4	**33,0**	31,2 - 34,9
16 bis 20	419	1	18	35	65	78	98	322	39,3	**34,1**	32,4 - 35,9
mehr als 20	282	0	20	38	63	81	103	132	40,5	**36,6**	34,7 - 38,5
Bleigehalt des häuslichen Trinkwassers *											
unter 2,5 µg/l	2874	5	16	31	57	69	88	380	34,7	**30,2**	29,6 - 30,8
2,5 bis unter 5,0 µg/l	895	4	16	32	60	73	105	211	36,3	**31,0**	29,9 - 32,2
5,0 bis unter 10,0 µg/l	519	1	16	32	59	71	94	172	35,8	**31,3**	29,9 - 32,7
ab 10,0 µg/l	310	0	16	35	67	80	109	322	39,9	**34,3**	32,3 - 36,4
Bleizufuhr mit dem häuslichen Trinkwasser *											
unter 2,0 µg/d	3005	9	16	31	56	68	88	380	34,5	**29,8**	29,2 - 30,4
2,0 bis unter 4,0 µg/d	747	0	17	32	60	73	99	169	36,5	**31,8**	30,6 - 33,0
4,0 bis unter 6,0 µg/d	289	1	17	34	64	77	99	185	38,4	**33,0**	30,9 - 35,2
ab 6,0 µg/d	475	0	17	35	65	75	102	322	39,0	**33,8**	32,2 - 35,4
Wohnort im Jahr 1998 *											
alte Länder	3768	9	16	31	58	71	91	307	34,9	**30,2**	29,7 - 30,8
neue Länder	877	0	17	33	62	80	112	380	38,3	**32,9**	31,8 - 34,1

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Anzahl der Werte unter der Bestimmungsgrenze (BG); P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel; KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM; Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt;
* = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0{,}001$) nach t-Test bzw. Varianzanalyse

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

3.2.2 Zeitlicher Vergleich

Der mittlere Bleigehalt im Blut der 25- bis 69-jährigen deutschen Bevölkerung hat für den Zeitraum von 1990/92 bis 1998 um ca. 30 % abgenommen. In den Jahren 1990/92 betrug der mittlere Bleigehalt 45,5 µg/l und 1998 lag der Wert bei 31,6 µg/l. Der Wert des 95. Perzentils hat ebenfalls abgenommen (**Tab. 3.2.2**). Die Abnahme des mittleren Bleigehaltes kann für die Bevölkerung der alten Länder bis in die Jahre 1985/86 zurückverfolgt werden (Krause et al. 1996). 1985/86 betrug der mittlere Bleigehalt in den alten Bundesländern noch 62 µg/l (95.P.=114 µg/l).

In den neuen Bundesländern hat der Bleigehalt von 1991/92 bis 1998 um 27 % abgenommen, in den alten Bundesländern hingegen um 31 %. Bei Männern hat der Bleigehalt im Blut um 32 % und bei Frauen um 29 % abgenommen.

Tab. 3.2.2: Bleigehalt im Blut (µg/l) der 25- bis 69-jährigen deutschen Bevölkerung in den Jahren 1990/92 und 1998

	N	n<BG	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Untersuchungszeitraum *											
Survey 1990/92	3966	62	24	45	87	105	135	708	52,6	45,5	44,7 - 46,3
Survey 1998	3974	226	17	33	60	72	95	380	36,7	31,6	31,1 - 32,2
Wohnort											
alte Länder *											
1990/91	3163	53	25	46	86	104	130	410	52,0	45,3	44,5 - 46,2
1998	3170	199	17	32	59	72	93	307	36,2	31,1	30,5 - 31,8
neue Länder *											
1991/92	804	8	23	45	92	114	165	708	55,2	46,1	44,3 - 48,0
1998	804	27	18	34	63	79	104	380	38,9	33,5	32,3 - 34,8
Geschlecht											
männlich *											
1990/92	1980	10	32	54	97	116	159	708	61,7	55,0	53,8 - 56,1
1998	1982	40	21	38	65	80	104	380	41,8	37,2	36,4 - 38,0
weiblich *											
1990/92	1986	52	20	38	70	90	115	468	43,6	37,7	36,8 - 38,6
1998	1992	186	15	28	53	63	83	322	31,7	26,9	26,2 - 27,6

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Anzahl der Werte unter der Bestimmungsgrenze (BG = 15 µg/l);
P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel;
GM = geometrisches Mittel; KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM;
Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt;
* = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0{,}001$) nach t-Test bzw. Varianzanalyse

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

3.2.3 Diskussion

In den vorangegangenen Umwelt-Surveys hatte sich gezeigt, dass Einflussgrößen, die eine Exposition über den Luft- oder Staubpfad beschreiben, für die Belastung der Bevölkerung von Bedeutung sind (Bernigau et al. 1993, Bernigau et al. 1999). Die Ergebnisse des Umwelt-Surveys 1998 bestätigen dies erneut. Die *Gemeindegröße*, die *berufliche Stellung*, das *Vorhandensein von Schmutz an der Arbeitskleidung*, das *Vorhandensein von Holz/Kohle-Öfen* im Wohnbereich und die *Jahreszeit der Probenahme* sind auf der deskriptiven Ebene relevante Einflussgrößen. Angaben zum *Alter des Wohnhauses*, zum *Bleigehalt in der Außenluft* und zum Vorkommen von *Metallen und Metallverbindungen am Arbeitsplatz*, die 1990/92 bei den multivariaten Auswertungen zusätzlich signifikante Beiträge zur Varianzaufklärung lieferten, standen im Rahmen des Umwelt-Surveys 1998 nicht zur Verfügung.

Der *Rauchstatus* ist ein bekannter Einflussfaktor für den Bleigehalt im Blut (Bernigau et al. 1999). Er ist jedoch erwartungsgemäß weniger deutlich als z.B. beim Cadmium. Bei der vorliegenden Auswertung ergibt sich, im Gegensatz zum Umwelt-Survey 1990/92, dass sich der mittlere Bleigehalt im Blut von Rauchern und Exrauchern nicht signifikant unterscheidet. Dies lässt sich im vorliegenden Fall möglicherweise dadurch erklären, dass in der Gruppe der Exraucher mehr Männer und mehr ältere Personen vertreten sind als in der Gruppe der Raucher (vgl. Anhang 9.3, Assoziationen zwischen den Gliederungsmerkmalen).

Im Rahmen des Umwelt-Surveys 1998 wurde der *Bleigehalt im Trinkwasser* am häuslichen Zapfhahn untersucht. Hohe Bleigehalte im Trinkwasser werden durch die frühere Verwendung und das Vorhandensein von Bleileitungen in der Wasserinstallation verursacht. Der Vergleich der im häuslichen Trinkwasser ermittelten Bleigehalte ergab für den Zeitraum von 1990/92 bis 1998 eine deutliche Abnahme der hohen Bleigehalte, vor allem in den neuen Bundesländern (Becker et al. 2001). In den vorliegenden Auswertungen zeigt sich nun, dass trotz dieser Abnahme noch immer ein Effekt des Bleigehaltes im häuslichen Trinkwasser auf den Bleigehalt im Blut der erwachsenen Bevölkerung nachweisbar ist. Dies war auch in den vorangegangenen Umwelt-Surveys der Fall (Bernigau et al. 1993, Bernigau et al. 1999).

Im Gegensatz zu 1990/92 liegt 1998 auf der deskriptiven Ebene bei der Bevölkerung der *alten* und der *neuen Bundesländer* ein unterschiedlicher mittlerer Bleigehalt im Blut vor. In beiden Landesteilen hat sich zwar der mittlere Bleigehalt im Blut im betrachteten Zeitraum verringert, aber stärker in den alten Bundesländern. Gleiches ermittelte die Umweltprobenbank für Studentengruppen. Für die Probanden aus den Probenahmeorten in den neuen Bundesländern wurden 1997 höhere Bleigehalte im Blut ermittelt als bei den Probanden aus den alten Bundesländern (UBA 1999a, 1999b).

Der Zusammenhang zwischen dem *Konsum von Alkohol* und dem Bleigehalt im Blut ist im Rahmen der vorangegangenen Umwelt-Surveys beschrieben und diskutiert worden (Bernigau et al. 1993, Bernigau et al. 1999, Krause et al. 1996). Eine schlüssige Erklärung für den höheren Bleigehalt im Blut bei höherem Alkoholkonsum steht jedoch noch immer aus. Diskutiert wird die Möglichkeit einer erhöhten Bleizufuhr mit den Getränken selbst oder eine Wirkung des Alkohols auf den Bleimetabolismus (Grasmik et al. 1985, Maranelli et al. 1990, Probst-Hensch et al. 1993, Weyermann und Brener 1997).

Im *Vergleich zu den Ergebnissen der vorangegangenen Surveys* bestätigt dieses Ergebnis den auch international vielfach beschriebenen Trend einer Abnahme der korporalen Bleilast, vor allem nach Einführung bleifreien Benzins und anderer immissionsmindernder Maßnahmen. Die Emissionen und Immissionen von Blei waren im betrachteten Zeitraum rückläufig (UBA 1997, UBA 2001) und auch bezüglich der Bleibelastung von Nahrungsmitteln ist von einem fallenden Trend auszugehen (DGE 1996).

Auf internationaler Ebene werden in verschiedenen Ländern ähnliche Trends beschrieben, wobei allerdings nur wenige Studien repräsentativ für die Gesamtbevölkerung eines Landes sind. Zu erwähnen sind in diesem Zusammenhang vor allem die seit Ende der 70er Jahre in den USA durchgeführten NHANES-Studien (Pirkle et al. 1998). Dort wurde für den Zeitraum von 1988/91 bis 1991/94 eine Verringerung des Bleigehaltes im Blut der Allgemeinbevölkerung (einschließlich Kinder ab einem Alter von einem Jahr) von 29 µg/l auf 23 µg/l ermittelt. Für das Jahr 1999 wird ein mittlerer Bleigehalt von 16 µg/l angegeben (CDC 2001). In anderen kleineren Studien konnten solche fallenden Trends seit Beginn der 80er Jahre ebenfalls belegt werden, z.B. in Italien (Bono et al. 1995), Schweden (Strömberg et al. 1995), in der Schweiz (Wietlisbach et al. 1995) oder in Spanien (Rodamilans et al. 1996, Schuhmacher et al. 1996), aber auch in außereuropäischen Ländern, wie in Japan (Watanabe et al. 1996).

Im Rahmen der NHANES-Studien wurden 1991 bis 1994 bei 2,2 % der Bevölkerung (einschließlich Kinder ab einem Alter von einem Jahr) Bleigehalte im Blut von mehr als 100 µg/l ermittelt. 1988/91 hatte dieser Anteil noch 4,4 % betragen (Pirkle et al. 1998). Für die Bundesrepublik lässt sich feststellen, dass 1998 ein Anteil von ca. 0,7 % der Frauen im gebärfähigen Alter den für diese Personengruppe festgelegten HBM-I-Wert von 100 µg/l und 0,5 % der sonstigen Erwachsenen den HBM-I-Wert von 150 µg/l überschreiten. 1990/92 betrugen die jeweiligen Anteile noch 2,4 % bzw. 1,6 %.

Blei wurde weltweit in einer großen Zahl von Studien bestimmt (**Tab. 3.2.3**). Wie in Deutschland wurde auch in anderen westlichen Industrieländern ein deutlicher zeitlicher Trend der Abnahme der Gehalte im Blut festgestellt, so dass es für einen Vergleich unterschiedlicher Studien neben der Berücksichtigung anderer Kriterien (vgl. Kap. 2.3.7) essentiell ist, das Untersuchungsjahr zu berücksichtigen. Noch immer sehr hohe Bleibelastungen (AM=111 µg/l) wurden aus Mexiko berichtet (Hernandez-Avila et al. 1996; Farias et al. 1996). Die bisher niedrigsten mitgeteilten Ergebnisse zu mittleren Bleigehalten im Blut stammen mit 12 µg/l von einer 1993/94 in Norwegen durchgeführten Studie (Odland et al. 1999).

Tab. 3.2.3: Bleigehalt im Blut der Bevölkerung in Deutschland und in anderen Ländern

Land (Autoren)	Jahr	Kollektiv	N	statistische Kenngrößen (µg/l)	
Deutschland					
Umwelt-Survey I (Krause et al. 1996)	1985/86	Allgemeinbevölkerung, 25-69 Jahre, alte Bundesländer	M,F: 2346	GM=62	95.P.=115
Umwelt-Survey II (Krause et al. 1996)	1990/92	Allgemeinbevölkerung; 25-69 Jahre	M: 1939 F: 2027	GM=55 GM=38	95.P.=116 95.P.= 91
Umwelt-Survey III	1998	Allgemeinbevölkerung, 18-69 Jahre	M: 2342 F: 2303	GM=36 GM=26	95.P.= 79 95.P.= 62
(BAGS 1997 und 1999)	1991/92	Hamburg, Untersuchungsprogramm Bille-Siedlung, Kontrollgebiete, 18-69 Jahre	M,F: 236	GM=65	95.P.=146
(Heinrich et al. 1995)	1992/94	Bitterfeld, Hettstedt, Zerbst	F: 397	GM=40-43	95.P.=86-95
(Fromme et al. 1997)	1994/95	Berlin, 30-45 Jahre	F: 799	GM=30	95.P.=63
(LANU 1997)	1995/96	Schleswig Holstein, Pinneberg, 40-65 Jahre	M,F: 245	50.P.=41	95.P.=90
(UBA 1999b)	1997	Bank für Human-Organproben, Münster, 15->39 Jahre Halle, <14->39 Jahre Greifswald, 20-39 Jahre Ulm, 15->39 Jahre	 M/F: 50/63 M/F: 47/69 M/F: 54/60 M/F: 51/60	 50.P.=25/19 50.P.=28/24 50.P.=36/24 50.P.=26/19	 95.P.=52/38 95.P.=82/47 95.P.=62/47 95.P.=44/37
Belgien					
(Staessen et al. 1996)	1991/95	PheeCad-Studie, Allgemeinbevölkerung, 20-82 Jahre	M: 359 F: 369	GM=77 GM=48	95.P.=201 95.P.=118
China					
(Zhang et al. 1999)	1993/97	Angestellte aus 5 Städten, 20-66 Jahre	F: 250	GM=46	
(Watanabe et al. 2000)	1997	Städtische und ländliche Region, 21-61 Jahre	F: 149	GM=33	
Dänemark					
(Kristiansen et al. 1997)	1993	Teilkollektiv der MONICA-Studie, 40-70 Jahre	M: 90 F: 90	50.P.=50 50.P.=39	95.P.=110 95.P.= 71
(Nielsen et al. 1998)	1994	Fünen, Allgemeinbevölkerung, 20-89 Jahre	M: 110 F: 109	GM=40 GM=30	

Tab. 3.2.3: - Fortsetzung -

Land (Autoren)	Jahr	Kollektiv	N	statistische Kenngrößen (µg/l)	
England					
(Bost et al. 1999)	1995	Health Survey for England, ≥16 Jahre	M: 2563 F: 2763	GM=37 GM=26	
Frankreich					
(Leroyer et al. 2001)	?	Nord-Frankreich, Kontrollen	M: 103 F: 99	GM=73 GM=44	
Griechenland					
(Kapaki et al. 1998)	?	Athen, Taxifahrer, Busfahrer, Tankstellenpersonal, Kontrollen	M: 172	AM=57-60	
Italien					
(Apostoli et al. 1992)	?	Allgemeinbevölkerung, Teilkollektiv eines Gesundheits- und Ernährungssurveys	M: 254 F: 271	50.P.=148 50.P.= 96	98.P.=336 98.P.=216
(Bono et al. 1995)	1993/94	Blutspender, Turin, > 18 Jahre	M: 111 F: 109	AM=67 AM=61	
Japan					
(Watanabe et al. 1996)	1991/94	Allgemeinbevölkerung, 54 ± 11 Jahre	F: 467	GM=23	
(Shimbo et al. 2000)	1991/98	Allgemeinbevölkerung, Nichtraucherinnen, 30 Orte, 49 ± 13 Jahre	F: 607	GM=19	Max=373
Korea					
(Yang et al. 1996)	?	Lehrer, 20-50 Jahre	M,F: 525	GM=58	Max=296
(Moon et al. 1999)	1994	Städtische und ländliche Region, Nichtraucherinnen, 30-49 Jahre	F: 107	GM=44	
Mexico					
(Hernandes-Avila et al. 1996)	1993	Mexiko City, 21-43 Jahre	F: 91	AM=96	
(Farias et al. 1996)	1994/95	Mexiko City, Schwangere, 14-43 Jahre	F: 513	AM=111	Max=290

Tab. 3.2.3: - Fortsetzung -

Land (Autoren)	Jahr	Kollektiv	N	statistische Kenngrößen (µg/l)	
Niederlande (Fiolet et al. 1999)	1997	Allgemeinbevölkerung, 20-65 Jahre	M: 128 F: 180	50.P.=37 50.P.=32	97,5 P.= 138 97,5.P.= 87
Neuseeland (Fawcett et al. 1996)	1993/94	Dunedin, 21 Jahre	M,F: 779	GM=45	Max=560
Norwegen (Odland et al. 1999)	1993/94	Kirkenes, Hammerfest, Bergen; Gebärende, 28±5 Jahre	F: 114	50.P.=12	Max=39
Saudi-Arabien (Al Saleh et al. 1995)	?	Riyad, Schwangere, 15-48 Jahre	F: 124	50.P.=55	Max=204
Schweden (Bensryd et al. 1994)	1989/90	Südschweden, Farmer, 17-77 Jahre	M: 237	50.P.=39	Max=209
Schweiz (Wietlisbach et al. 1995)	1992/93	MONICA-Projekt, Allgemeinbevölkerung, 25-74 Jahre	M: 804 F: 846	50.P.=71 50.P.=52	98.P.=160 98.P.=135
Spanien (Sole et al. 1998)	1993	Barcelona, Teilnehmer von Vorsorgeuntersuchungen, 15-62 Jahre	M,F: 254	GM=39	Max=209
(Rodamilans et al. 1996)	1994	Blutspender, Barcelona, ohne berufliche Exposition, 19-63 Jahre	M,F: 468	AM=88	Max: 318
(Schumacher et al. 1996)	1995	Provinz Tarragona, 16-65 Jahre	M: 130 F: 120	GM=66 GM=60	
Taiwan (Chu et al. 1999)	1993/94	Allgemeinbevölkerung, 15-85 Jahre	M: 1471 F: 1329	AM=73 AM=57	Max=691 Max=401
Tschechien (Koreckova-Sysalova 1997)	?	MONICA-Projekt	M,F: 583	AM=65	Max= 292
(Benes et al. 2000)	1996/98	Erwachsene aus 4 Städten, Tschech. Monitoring System	1214	GM=38	95.P.=90

Tab. 3.2.3: - Fortsetzung -

Land (Autoren)	Jahr	Kollektiv	N	statistische Kenngrößen (µg/l)	
Türkei					
(Furman und Laleli 2001)	1998	Schwangere Patientinnen	F: 65	AM=24	Max=52
USA					
(Buss Muldoon et al. 1994)	1990/91	Baltimore, Osteoporose-Patientinnen, 65-87 Jahre	F: 530	GM=53	MAX=210
(Hu et al. 1996)	1991/94	Teilkollektiv der NAS-Studie, 48-92 Jahre	M: 590	50.P.=50	Max=280
(Pirkle et al. 1998)	1991/94	NHANES III, Allgemeinbevölkerung, ab 1 Jahr	(20-49 Jahre) 4716 (50-69 Jahre) 2026 (≥ 70 Jahre) 1548	GM=21 GM=31 GM=34	
(Komaromy-Hiller et al. 2000)	?	National Client Base, Allgemeinbevölkerung, ≥15 Jahre	M,F: 18 961	50.P.=25	97,5.P.=79
(Clayton et al. 1999)	1995/97	NHEXAS, Region 5, Allgemeinbevölkerung ab 0 Jahre	M,F: 165	50.P.=16	90.P.=41
(Rothenberg et al. 1999)	1995/98	Schwangere Patientinnen, 15-43 Jahre	F: 1892	GM=22	Max=387

3.3 Cadmium im Blut und im Urin

Bei beruflich nicht exponierten Personen ist das Tabakrauchen die hauptsächliche Expositionsquelle für Cadmium. Bei Nichtrauchern stellt die Nahrung den hauptsächlichen Aufnahmepfad für Cadmium dar, der mit über 90 % an der Gesamtaufnahme beteiligt ist (Ewers und Wilhelm 1995).

3.3.1 Ergebnisse

Cadmium wurde im Rahmen des Umwelt-Surveys 1998 in Blut und Urin bestimmt. Die Ergebnisse werden im Folgenden dargestellt.

3.3.1.1 Cadmium im Blut

Die statistischen Kennwerte zur Beschreibung der Cadmiumgehalte im Blut der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland sind in der **Tabelle 3.3.1** dargestellt. Da das Rauchen die Cadmiumexposition wesentlich beeinflusst, werden verschiedene Merkmale zum Rauchverhalten jeweils für die Gruppe der Exraucher und Raucher in die Tabelle aufgenommen. Zusätzlich werden die Cadmiumgehalte im Blut der **Nieraucher** gesondert ausgewertet (**Tab. 3.3.2**).

Der geometrische Mittelwert des Cadmiumgehaltes im Blut der Bevölkerung in Deutschland beträgt 0,44 µg/l. Der mittlere Cadmiumgehalt ist unabhängig von Geschlecht und Lebensalter und unterscheidet sich bei der Bevölkerung der alten und der neuen Bundesländer nicht.

Betrachtet man jedoch die Personengruppe, die angab, nie geraucht zu haben (**Tab. 3.3.2**), so werden Abhängigkeiten deutlich, die für die Gesamtbevölkerung wahrscheinlich durch das Rauchen überdeckt werden. Weibliche Nieraucher weisen einen höheren mittleren Cadmium-gehalt im Blut auf als männliche Nieraucher. Mit dem Lebensalter erhöht sich der Cadmiumgehalt im Blut der Nieraucher. Bei dieser Gruppe ist außerdem eine Abhängigkeit der Cadmiumgehalte im Blut von der Gemeindegröße und vom Geburtsland zu erkennen. Personen aus Gemeinden ab 20 000 Einwohnern und Personen, die außerhalb von West-, Mittel- oder Nordeuropa geboren wurden, weisen einen höheren mittleren Cadmiumgehalt im Blut auf, als die jeweiligen Vergleichsgruppen.

Raucher weisen mit 1,06 µg/l einen deutlich höheren Cadmiumgehalt im Blut auf als Ex- oder Nieraucher (0,33 µg/l bzw. 0,25 µg/l). Mit der Dauer des "Nicht-Mehr-Rauchens" verringert sich bei Exrauchern der mittlere Cadmiumgehalt im Blut. Je mehr Zigaretten pro Tag geraucht werden, um so höher ist der Cadmiumgehalt im Blut der Raucher (**Tab. 3.3.1**).

Mit steigendem Ferritingehalt im Blut verringert sich der mittlere Cadmiumgehalt im Blut. Bei einem Ferritingehalt im Blut von weniger als 80 µg/l bei Männern und 40 µg/l bei Frauen, beträgt der Cadmiumgehalt im Blut 0,48 und 0,47 µg/l. Bei einem Ferritingehalt von mehr als

160 µg/l bei Männern und 80 µg/l bei Frauen liegt ein Cadmiumgehalt von jeweils 0,39 µg/l vor.

Aus anderen Studien lassen sich weitere Einflussfaktoren für den Cadmiumgehalt im Blut ermitteln. Soweit die dafür nötigen Informationen im Rahmen des Umwelt-Surveys 1998 erfasst wurden, wurden diese in die Auswertung einbezogen. Dies betrifft u.a. Merkmale wie die *Zufuhr pflanzlicher Lebensmittel*, den *Alkoholkonsum*, Variablen zur *Region* und zum *Wohnungsumfeld*, die *Jahreszeit der Probenahme*, das *Heizsystem in der Wohnung* und die *berufliche Stellung*. Außerdem wurden die Angaben zum *Passivrauchen*, zur *Sozio-demographie* und zur *Staatsangehörigkeit* berücksichtigt.

Bei der multivariaten Auswertung der Daten des Umwelt-Surveys 1990/92 (Hoffmann et al. 1999) hatten sich folgende Prädiktoren als signifikante Größen für ein Vorhersagemodell für den Cadmiumgehalt im Blut ergeben: *Zahl der gegenwärtig gerauchten Zigaretten, Zahl der früher gerauchten Zigaretten, Rauchdauer, Zeitdauer seit Beendigung des Rauchens, Lebens-alter, Geschlecht* und *Wohnort (alte/neue Bundesländer)*.

Gemäß der aktuellen deskriptiven Ergebnisse ist der Wohnort in den *alten* oder *neuen Bundesländern* in Bezug auf den Cadmiumgehalt im Blut 1998 nicht mehr von Relevanz. Anhand der vorliegenden Auswertung ergibt sich zusätzlich ein Effekt der *Gemeindegröße* und des *Geburtslandes*. Alle anderen Prädiktoren haben sich anhand der aktuellen Datenlage qualitativ bestätigt. Inwieweit sich die Stärke des jeweiligen Einflusses verändert hat, bleibt weiteren multivariaten Auswertungen vorbehalten.

Tab. 3.3.1: Cadmium im Blut (µg/l) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland

[Bestimmungsgrenze: 0,12 µg/l]

	N	n<BG	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Gesamt	4645	837	0,15	0,38	1,73	2,34	3,18	16,0	0,70	**0,44**	0,42 - 0,45
Geschlecht											
männlich	2342	512	0,14	0,37	1,88	2,53	3,38	6,84	0,74	**0,43**	0,41 - 0,45
weiblich	2303	325	0,17	0,40	1,58	2,10	2,90	16,0	0,67	**0,44**	0,43 - 0,46
Lebensalter											
18 - 19 Jahre	179	53	<0,12	0,33	1,98	3,10	4,22	5,90	0,81	**0,42**	0,35 - 0,50
20 - 29 Jahre	774	195	0,12	0,33	2,03	2,64	3,33	6,84	0,76	**0,42**	0,38 - 0,45
30 - 39 Jahre	1085	211	0,15	0,39	1,80	2,27	3,18	5,84	0,74	**0,45**	0,43 - 0,48
40 - 49 Jahre	941	160	0,16	0,40	1,87	2,56	3,52	6,55	0,75	**0,46**	0,43 - 0,49
50 - 59 Jahre	890	138	0,16	0,37	1,47	2,05	2,76	16,0	0,62	**0,41**	0,39 - 0,44
60 - 69 Jahre	776	80	0,19	0,41	1,21	2,04	2,83	5,06	0,62	**0,44**	0,42 - 0,47
Rauchstatus *											
Nieraucher	2062	621	0,12	0,26	0,57	0,71	1,00	4,31	0,32	**0,25**	0,25 - 0,26
Exraucher	999	168	0,16	0,34	0,69	0,88	1,41	16,0	0,42	**0,33**	0,32 - 0,35
Raucher	1584	48	0,34	1,17	2,66	3,32	4,30	6,84	1,38	**1,06**	1,02 - 1,10
Anzahl Zigaretten pro Tag (Raucher) *											
bis 5	318	25	0,21	0,54	1,43	1,95	2,77	3,59	0,71	**0,53**	0,49 - 0,58
6 bis 10	243	2	0,44	1,03	2,11	2,60	2,92	4,63	1,18	**0,99**	0,92 - 1,07
11 bis 15	251	1	0,60	1,27	2,45	2,78	4,78	6,17	1,45	**1,24**	1,15 - 1,33
16 bis 20	419	5	0,75	1,50	3,05	3,79	4,52	5,90	1,75	**1,49**	1,41 - 1,58
mehr als 20	282	2	0,83	1,68	3,48	4,09	5,32	6,84	1,92	**1,62**	1,51 - 1,75
Dauer des „Nicht-Mehr-Rauchens“ (Exraucher) *											
unter 1 Jahr	93	8	0,21	0,46	1,29	1,58	2,31	2,50	0,61	**0,48**	0,42 - 0,56
1 bis 2 Jahre	81	12	0,16	0,40	0,83	1,24	1,70	2,69	0,47	**0,36**	0,31 - 0,43
3 bis 7 Jahre	204	31	0,17	0,35	0,70	0,96	2,17	3,32	0,44	**0,35**	0,32 - 0,38
mehr als 7 Jahre	612	115	0,15	0,32	0,63	0,73	0,95	16,0	0,38	**0,31**	0,29 - 0,32
Wohnort im Jahr 1998											
alte Länder	3768	683	0,15	0,38	1,75	2,37	3,29	16,0	0,71	**0,43**	0,42 - 0,45
neue Länder	877	154	0,15	0,40	1,65	2,24	2,85	6,17	0,70	**0,44**	0,42 - 0,47

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Anzahl der Werte unter der Bestimmungsgrenze (BG);
P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel;
GM = geometrisches Mittel; KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM;
Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt;
* = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0{,}001$) nach t-Test bzw. Varianzanalyse

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

Tab. 3.3.2: Cadmium im Blut (µg/l) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Nieraucher –

[Bestimmungsgrenze: 0,12 µg/l]

	N	n<BG	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Gesamt	2062	621	0,12	0,26	0,57	0,71	1,00	4,31	0,32	**0,25**	0,25 - 0,26
Geschlecht *											
männlich	825	350	<0,12	0,21	0,42	0,52	0,94	4,31	0,26	**0,20**	0,19 - 0,21
weiblich	1237	271	0,14	0,30	0,63	0,78	1,01	3,60	0,36	**0,29**	0,28 - 0,30
Lebensalter *											
18 - 19 Jahre	87	48	<0,12	0,19	0,34	0,48	1,55	1,83	0,23	**0,17**	0,15 - 0,20
20 - 29 Jahre	368	168	<0,12	0,21	0,43	0,56	1,25	4,31	0,26	**0,19**	0,18 - 0,21
30 - 39 Jahre	382	142	<0,12	0,23	0,46	0,55	0,70	2,79	0,27	**0,22**	0,21 - 0,24
40 - 49 Jahre	356	107	0,13	0,25	0,65	0,81	1,00	3,60	0,33	**0,26**	0,24 - 0,28
50 - 59 Jahre	433	98	0,14	0,29	0,57	0,66	0,83	2,64	0,33	**0,28**	0,26 - 0,29
60 - 69 Jahre	436	57	0,18	0,35	0,72	0,92	1,16	2,38	0,41	**0,34**	0,32 - 0,36
Gemeindegröße *											
bis 19 999 Einwohner	881	311	<0,12	0,24	0,57	0,71	0,92	2,79	0,30	**0,24**	0,23 - 0,25
ab 20 000 Einwohner	1182	310	0,12	0,27	0,56	0,73	1,05	4,31	0,33	**0,26**	0,25 - 0,27
Geburtsland *											
Mittel-, Nord- oder Westeuropa	1849	590	<0,12	0,25	0,54	0,69	0,98	3,60	0,31	**0,24**	0,24 - 0,25
übrige Länder	209	31	0,17	0,33	0,72	0,88	1,29	4,31	0,43	**0,34**	0,31 - 0,37

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Anzahl der Werte unter der Bestimmungsgrenze (BG); P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel; KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM; Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt;
* = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0{,}001$) nach t-Test bzw. Varianzanalyse

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

3.3.1.2 Cadmium im Urin

In den **Tabellen 3.3.3** und **3.3.4** sind die Ergebnisse zu den Cadmiumgehalten im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland volumen- und creatininbezogen dargestellt. Die geometrischen Mittelwert betragen 0,23 µg/l und 0,18 µg/g Creatinin.

Nur bei Bezug auf Creatinin weisen Frauen eine höhere Cadmiumausscheidung mit dem Urin auf. Mit dem Lebensalter erhöht sich der Cadmiumgehalt im Urin.

Raucher weisen einen höheren Cadmiumgehalt im Urin auf als Exraucher und Nichtraucher. Bei Creatininbezug unterscheidet sich jedoch der Gehalt im Urin der Exraucher nicht von dem der Raucher. Mit der Dauer des "Nicht-Mehr-Rauchens" und mit einer geringeren Zeitspanne des Rauchens verringert sich der mittlere Cadmiumgehalt im Urin von Exrauchern.

Bei einer höheren Zahl an täglich gerauchten Zigaretten und einer Zunahme der Dauer des Rauchens, erhöht sich der Cadmiumgehalt im Urin der Raucher. Entsprechend ergibt sich für Raucher eine im Vergleich zur Gesamtbevölkerung deutlichere Zunahme des Cadmium-gehaltes im Urin mit dem Lebensalter.

Zur Verdeutlichung von Effekten, die bei der Gesamtbevölkerung zum Teil durch das Rauchen überdeckt werden, sind in den **Tabellen 3.3.5** und **3.3.6** die Kennwerte nur für die Gruppe der **Nieraucher** angegeben. Eine höhere mittlere Cadmiumausscheidung im Urin der Frauen im Vergleich zu Männern liegt sowohl bei Volumen- als auch bei Creatininbezug vor. Das Lebensalter hat ebenfalls einen signifikanten Einfluss. Nur bei den Nierauchern ist ein Effekt des Geburtslandes zu erkennen. Personen, die in Mittel-, Nord- oder Westeuropa geboren sind, weisen einen geringeren Cadmiumgehalt im Urin auf als Personen, die außerhalb dieser Region geboren sind.

Aus anderen Studien lassen sich weitere Einflussfaktoren für den Cadmiumgehalt im Urin ermitteln. Soweit die dafür nötigen Informationen im Rahmen des Umwelt-Surveys 1998 erfasst wurden, wurden diese in die Auswertung einbezogen. Dies betrifft u.a. Merkmale wie die *Zufuhr pflanzlicher Lebensmittel*, den *Alkoholkonsum*, Variablen zur *Region* und zum *Wohnungsumfeld*, die *Jahreszeit der Probenahme*, das *Heizsystem in der Wohnung* und die *berufliche Stellung*. Außerdem wurden die Angaben zum *Passivrauchen*, zur *Sozio-demographie* und zur *Staatsangehörigkeit* berücksichtigt.

Für den Cadmiumgehalt im Urin erwiesen sich bei der multivariaten Auswertung der Daten des Umwelt-Surveys 1990/92 als signifikant*: Creatiningehalt im Urin, Zahl der gegenwärtig gerauchten Zigaretten, Zahl der früher gerauchten Zigaretten, Rauchdauer, Zeitdauer seit Beendigung des Rauchens, aktueller Rauchstatus, Lebensalter, Geschlecht* und *Wohnort (alte/neue Bundesländer), Cadmiumniederschlag in der Außenluft und häufiger/ständiger Aufenthalt während der Arbeit in Fabrikhallen, Werkhallen, Werkstätten, Lagerräumen* (Hoffmann et al. 1999).

Alle diese Prädiktoren mit Ausnahme der Merkmale *Cadmiumniederschlag in der Außenluft* und *häufiger/ständiger Aufenthalt während der Arbeit in Fabrikhallen, Werkhallen, Werkstätten, Lagerräumen,* die im Rahmen des Umwelt-Surveys 1998 nicht erfasst wurden, haben sich bei der vorliegenden Auswertung qualitativ bestätigt. Inwieweit sich die Stärke des jeweiligen Einflusses verändert hat, bleibt weiteren Auswertungen vorbehalten.

Tab. 3.3.3: Cadmium im Urin (µg/l) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland

[Bestimmungsgrenze: 0,05 µg/l]

	N	n<BG	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Gesamt	4740	152	0,08	0,22	0,68	0,96	1,34	31,5	0,335	**0,227**	0,221 - 0,232
Geschlecht											
männlich	2391	86	0,08	0,21	0,71	1,00	1,38	7,27	0,335	**0,223**	0,216 - 0,232
weiblich	2349	66	0,09	0,23	0,66	0,91	1,33	31,5	0,335	**0,230**	0,223 - 0,238
Lebensalter *											
18 - 19 Jahre	181	19	<0,05	0,13	0,28	0,33	0,46	0,89	0,148	**0,116**	0,104 - 0,129
20 - 29 Jahre	790	47	0,06	0,16	0,37	0,49	0,71	4,64	0,203	**0,149**	0,141 - 0,157
30 - 39 Jahre	1108	25	0,08	0,22	0,61	0,83	1,14	5,43	0,306	**0,219**	0,209 - 0,230
40 - 49 Jahre	960	26	0,10	0,26	0,77	1,08	1,38	7,27	0,376	**0,262**	0,249 - 0,277
50 - 59 Jahre	909	18	0,10	0,27	0,86	1,11	1,36	31,5	0,410	**0,275**	0,261 - 0,291
60 - 69 Jahre	792	18	0,10	0,28	0,87	1,25	1,80	3,85	0,413	**0,283**	0,266 - 0,300
Rauchstatus *											
Nieraucher	2106	92	0,07	0,18	0,47	0,65	1,08	31,5	0,261	**0,178**	0,172 - 0,184
Exraucher	1022	21	0,10	0,25	0,67	0,90	1,27	5,43	0,348	**0,251**	0,239 - 0,264
Raucher	1611	40	0,10	0,29	0,93	1,20	1,56	3,78	0,423	**0,291**	0,279 - 0,304
Lebensalter (Raucher) *											
18 - 19 Jahre	86	9	<0,05	0,13	0,28	0,38	0,61	0,89	0,156	**0,121**	0,103 0,142
20 - 29 Jahre	353	19	0,07	0,17	0,40	0,63	0,84	2,12	0,220	**0,167**	0,154 0,180
30 - 39 Jahre	490	7	0,11	0,28	0,79	0,96	1,35	3,14	0,383	**0,285**	0,266 0,305
40 - 49 Jahre	338	1	0,15	0,44	1,08	1,33	1,53	2,54	0,533	**0,412**	0,380 0,446
50 - 59 Jahre	228	3	0,17	0,46	1,18	1,37	1,83	2,67	0,594	**0,446**	0,401 0,496
60 - 69 Jahre	114	0	0,19	0,50	1,66	2,13	2,91	3,78	0,751	**0,533**	0,457 0,622
Anzahl Zigaretten pro Tag (Raucher) *											
bis 5	322	16	0,07	0,19	0,52	0,78	1,13	2,05	0,266	**0,191**	0,174 - 0,209
6 bis 10	245	4	0,09	0,25	0,84	1,00	1,26	2,67	0,361	**0,257**	0,231 - 0,286
11 bis 15	263	8	0,10	0,32	0,97	1,34	2,12	3,14	0,452	**0,309**	0,277 - 0,345
16 bis 20	425	9	0,11	0,34	1,06	1,36	1,93	3,78	0,496	**0,339**	0,312 - 0,370
mehr als 20	278	0	0,14	0,48	1,15	1,39	1,57	2,80	0,552	**0,426**	0,390 - 0,466
Rauchdauer (Raucher) *											
bis 10 Jahre	356	28	0,06	0,15	0,33	0,47	0,64	2,12	0,187	**0,143**	0,132 - 0,155
11 bis 20 Jahre	500	6	0,11	0,25	0,74	0,94	1,32	3,14	0,354	**0,264**	0,247 - 0,282
mehr als 20 Jahre	744	5	0,17	0,45	1,17	1,41	1,91	3,78	0,582	**0,436**	0,412 - 0,462

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Anzahl der Werte unter der Bestimmungsgrenze (BG); P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel; KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM; Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt;
* = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0{,}001$) nach t-Test bzw. Varianzanalyse

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

Tab. 3.3.3: (Fortsetzung)

[Bestimmungsgrenze: 0,05 µg/l]

	N	n<BG	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Rauchdauer (Exraucher) *											
bis 10 Jahre	316	11	0,09	0,20	0,46	0,59	0,75	1,33	0,242	**0,190**	0,176 - 0,206
11 bis 20 Jahre	353	9	0,10	0,25	0,57	0,79	1,17	5,43	0,340	**0,238**	0,219 - 0,259
mehr als 20 Jahre	335	1	0,13	0,33	0,94	1,19	1,64	3,85	0,454	**0,340**	0,314 - 0,369
Dauer des „Nicht-Mehr-Rauchens“ (Exraucher) *											
bis 5 Jahre	312	4	0,10	0,28	0,77	1,25	1,92	5,43	0,423	**0,283**	0,258 0,311
6 bis 10 Jahre	178	4	0,10	0,25	0,77	1,03	1,51	3,46	0,388	**0,270**	0,239 0,306
11 bis 20 Jahre	289	6	0,10	0,24	0,55	0,68	1,03	1,33	0,293	**0,231**	0,213 0,251
mehr als 20 Jahre	234	8	0,09	0,23	0,52	0,66	0,98	1,29	0,283	**0,222**	0,202 0,244
Wohnort im Jahr 1998											
alte Länder	3844	134	0,08	0,22	0,68	0,96	1,37	31,5	0,336	**0,225**	0,218 - 0,231
neue Länder	896	18	0,09	0,23	0,69	0,95	1,25	4,64	0,331	**0,237**	0,224 - 0,249

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Anzahl der Werte unter der Bestimmungsgrenze (BG);
P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel;
GM = geometrisches Mittel; KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM;
Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt;
* = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0{,}001$) nach t-Test bzw. Varianzanalyse

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

Tab. 3.3.4: Cadmium im Urin (µg/g Creatinin) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland

	N	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Gesamt	4728	0,06	0,18	0,55	0,73	1,08	22,4	0,267	**0,178**	0,174 - 0,183
Geschlecht *										
männlich	2384	0,05	0,15	0,50	0,66	1,00	4,62	0,229	**0,150**	0,145 - 0,156
weiblich	2345	0,07	0,22	0,60	0,81	1,16	22,4	0,306	**0,211**	0,204 - 0,219
Lebensalter *										
18 - 19 Jahre	181	0,02	0,06	0,13	0,16	0,30	0,62	0,076	**0,058**	0,052 - 0,064
20 - 29 Jahre	788	0,04	0,09	0,21	0,26	0,44	3,49	0,119	**0,086**	0,082 - 0,091
30 - 39 Jahre	1104	0,06	0,15	0,36	0,49	0,70	4,16	0,204	**0,151**	0,144 - 0,158
40 - 49 Jahre	956	0,08	0,21	0,56	0,81	1,07	3,20	0,287	**0,210**	0,200 - 0,221
50 - 59 Jahre	909	0,10	0,26	0,66	0,86	1,10	22,4	0,357	**0,259**	0,247 - 0,272
60 - 69 Jahre	790	0,13	0,32	0,76	1,15	1,54	3,43	0,420	**0,317**	0,301 - 0,335
Rauchstatus *										
Nieraucher	2102	0,05	0,14	0,45	0,61	0,93	22,4	0,225	**0,147**	0,141 - 0,152
Exraucher	1018	0,08	0,21	0,54	0,71	1,06	4,62	0,288	**0,209**	0,200 - 0,220
Raucher	1606	0,06	0,21	0,67	0,91	1,24	2,75	0,310	**0,207**	0,197 - 0,216
Lebensalter (Raucher) *										
18 - 19 Jahre	86	0,02	0,06	0,14	0,23	0,61	0,62	0,083	**0,060**	0,051 0,071
20 - 29 Jahre	352	0,04	0,10	0,23	0,27	0,40	0,84	0,124	**0,098**	0,091 0,106
30 - 39 Jahre	490	0,08	0,20	0,45	0,59	0,83	2,14	0,248	**0,192**	0,181 0,205
40 - 49 Jahre	336	0,13	0,33	0,81	0,96	1,20	2,75	0,399	**0,312**	0,289 0,337
50 - 59 Jahre	228	0,15	0,46	1,00	1,16	1,51	2,03	0,510	**0,405**	0,369 0,445
60 - 69 Jahre	114	0,21	0,57	1,31	1,48	2,21	2,63	0,656	**0,541**	0,482 0,608
Anzahl Zigaretten pro Tag (Raucher) *										
bis 5	322	0,04	0,13	0,42	0,64	0,92	2,63	0,204	**0,136**	0,123 - 0,149
6 bis 10	244	0,05	0,18	0,57	0,72	1,03	1,97	0,269	**0,182**	0,162 - 0,204
11 bis 15	261	0,07	0,22	0,67	0,88	1,09	2,14	0,299	**0,206**	0,185 - 0,230
16 bis 20	425	0,07	0,26	0,81	1,12	1,47	2,75	0,371	**0,245**	0,224 - 0,269
mehr als 20	278	0,11	0,33	0,80	1,01	1,30	2,29	0,410	**0,316**	0,289 - 0,346
Rauchdauer (Raucher) *										
bis 10 Jahre	355	0,04	0,08	0,22	0,28	0,41	0,84	0,108	**0,081**	0,075 - 0,088
11 bis 20 Jahre	499	0,07	0,18	0,43	0,51	0,72	2,29	0,228	**0,177**	0,167 - 0,188
mehr als 20 Jahre	742	0,14	0,38	0,91	1,10	1,37	2,75	0,461	**0,357**	0,339 - 0,377

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile;
MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel;
KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM;
* = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0{,}001$) nach t-Test bzw. Varianzanalyse

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

Tab. 3.3.4: (Fortsetzung)

	N	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Rauchdauer (Exraucher) *										
bis 10 Jahre	315	0,06	0,15	0,35	0,45	0,67	4,62	0,193	**0,143**	0,132 - 0,155
11 bis 20 Jahre	351	0,08	0,20	0,39	0,52	0,82	4,16	0,256	**0,192**	0,179 - 0,207
mehr als 20 Jahre	333	0,15	0,33	0,74	0,93	1,52	3,09	0,407	**0,326**	0,304 - 0,350
Dauer des „Nicht-Mehr-Rauchens“ (Exraucher)										
bis 5 Jahre	311	0,07	0,21	0,61	1,00	1,57	4,16	0,332	**0,212**	0,192 0,235
6 bis 10 Jahre	177	0,08	0,23	0,58	0,85	1,52	1,73	0,311	**0,228**	0,203 0,256
11 bis 20 Jahre	289	0,08	0,21	0,49	0,60	0,75	0,90	0,249	**0,200**	0,185 0,217
mehr als 20 Jahre	233	0,09	0,20	0,43	0,50	0,72	4,62	0,255	**0,203**	0,187 0,220
Wohnort im Jahr 1998										
alte Länder	3832	0,06	0,18	0,57	0,74	1,10	22,4	0,270	**0,177**	0,172 - 0,182
neue Länder	896	0,06	0,19	0,48	0,65	1,05	3,49	0,255	**0,182**	0,172 - 0,192

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile;
MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel;
KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM;
* = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0{,}001$) nach t-Test bzw. Varianzanalyse

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

Tab. 3.3.5: Cadmium im Urin (µg/l) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland - Nieraucher -

[Bestimmungsgrenze: 0,05 µg/l]

	N	n<BG	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KIGM
Gesamt	2106	92	0,07	0,18	0,47	0,65	1,08	31,5	0,261	**0,178**	0,172 - 0,184
Geschlecht *											
männlich	842	44	0,06	0,15	0,35	0,45	0,60	7,27	0,197	**0,146**	0,139 - 0,154
weiblich	1264	47	0,08	0,20	0,56	0,77	1,25	31,5	0,304	**0,203**	0,194 - 0,213
Lebensalter *											
18 - 19 Jahre	87	10	<0,05	0,13	0,29	0,34	0,38	0,39	0,142	**0,113**	0,096 - 0,132
20 - 29 Jahre	376	26	0,06	0,14	0,31	0,44	0,52	1,39	0,170	**0,132**	0,122 - 0,142
30 - 39 Jahre	393	13	0,06	0,15	0,38	0,52	0,77	1,73	0,201	**0,154**	0,143 - 0,165
40 - 49 Jahre	364	20	0,07	0,19	0,48	0,69	1,32	7,27	0,274	**0,182**	0,166 - 0,198
50 - 59 Jahre	442	9	0,09	0,21	0,51	0,74	1,14	31,5	0,335	**0,213**	0,199 - 0,229
60 - 69 Jahre	443	13	0,09	0,23	0,68	0,88	1,37	2,56	0,330	**0,237**	0,219 - 0,256
Geburtsland *											
Mittel-, Nord- oder Westeuropa	1895	88	0,07	0,17	0,46	0,62	1,07	31,5	0,257	**0,174**	0,167 - 0,180
übrige Länder	206	4	0,09	0,22	0,60	0,83	1,11	1,56	0,299	**0,226**	0,203 - 0,251

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Anzahl der Werte unter der Bestimmungsgrenze (BG); P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel; KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM; Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt;
* = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0{,}001$) nach t-Test bzw. Varianzanalyse

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

Tab. 3.3.6: Cadmium im Urin (µg/g Creatinin) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland - Nieraucher -

	N	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Gesamt	2102	0,05	0,14	0,45	0,61	0,93	22,4	0,225	**0,147**	0,141 - 0,152
Geschlecht *										
männlich	841	0,04	0,10	0,23	0,30	0,47	2,49	0,129	**0,095**	0,090 - 0,100
weiblich	1261	0,07	0,21	0,53	0,71	1,13	22,4	0,289	**0,196**	0,187 - 0,205
Lebensalter *										
18 - 19 Jahre	87	0,02	0,06	0,13	0,16	0,22	0,27	0,069	**0,055**	0,048 - 0,064
20 - 29 Jahre	375	0,03	0,08	0,18	0,23	0,47	1,06	0,100	**0,075**	0,069 - 0,081
30 - 39 Jahre	391	0,05	0,11	0,27	0,34	0,46	2,70	0,146	**0,109**	0,102 - 0,117
40 - 49 Jahre	364	0,06	0,14	0,37	0,55	1,08	3,20	0,213	**0,150**	0,139 - 0,163
50 - 59 Jahre	442	0,09	0,21	0,45	0,56	0,90	22,4	0,291	**0,205**	0,192 - 0,218
60 - 69 Jahre	443	0,13	0,29	0,69	0,95	1,22	3,43	0,374	**0,287**	0,268 - 0,307
Geburtsland *										
Mittel-, Nord- oder Westeuropa	1893	0,05	0,14	0,44	0,60	0,92	22,4	0,221	**0,143**	0,137 - 0,148
übrige Länder	205	0,07	0,20	0,47	0,71	1,09	1,41	0,256	**0,192**	0,172 - 0,213

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile;
MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel;
KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM;
* = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0{,}001$) nach t-Test bzw. Varianzanalyse

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

3.3.2 Zeitlicher Vergleich

Bei Betrachtung der Häufigkeitsverteilung der mittleren **Cadmiumgehalte im Blut** in den Jahren 1990/92 und 1998 (**Tab. 3.3.7**) fällt auf, dass für den genannten Zeitraum bei den höheren Perzentilen, vor allem in den neuen Bundesländern, eher eine Abnahme der Werte festzustellen ist, während der geometrische Mittelwert und die Werte der niedrigen Perzentile eher zugenommen haben. Die niedrigen Perzentile befinden sich allerdings im analytisch unsicheren Bereich nahe der Bestimmungsgrenze, so dass eine Interpretation im Sinne einer Zunahme der Cadmiumgehalte im Blut voreilig erscheint. Zudem lieferte die im Rahmen der Umwelt-Surveys durchgeführte interne und externe Qualitätskontrolle Hinweise darauf, dass 1990/92 möglicherweise systematisch niedriger gemessen wurde als 1998. Der mittlere Cadmiumgehalt im Blut der Bevölkerung der alten Bundesländer wurde im Rahmen des Umwelt-Surveys 1985/86 mit 0,46 µg/l bei einem Wert für das 95. Perzentil von 3,5 µg/l bestimmt (Krause et al. 1996).

Tab. 3.3.7: Cadmiumgehalt im Blut (µg/l) der 25- bis 69-jährigen deutschen Bevölkerung in den Jahren 1990/92 und 1998

	N	n<BG	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Untersuchungszeitraum *											
Survey 1990/92	3965	228	0,1	0,3	1,9	2,6	3,6	11,3	0,69	**0,37**	0,35 - 0,38
Survey 1998	3973	204	0,2	0,4	1,7	2,2	3,0	16,0	0,68	**0,43**	0,42 - 0,44
Wohnort											
alte Länder *											
1990/91	3161	207	0,1	0,3	1,9	2,5	3,5	7,6	0,69	**0,36**	0,35 - 0,38
1998	3170	169	0,2	0,4	1,7	2,3	3,1	16,0	0,69	**0,43**	0,42 - 0,45
neue Länder											
1991/92	804	21	0,1	0,3	1,9	2,7	3,8	11,3	0,72	**0,38**	0,35 - 0,41
1998	804	35	0,2	0,4	1,5	2,1	2,6	4,6	0,64	**0,42**	0,40 - 0,45
Rauchstatus											
Nieraucher *											
1990/92	1640	145	0,1	0,2	0,5	0,7	1,1	6,3	0,29	**0,21**	0,20 - 0,22
1998	1750	148	0,1	0,3	0,6	0,7	1,0	3,6	0,33	**0,26**	0,25 - 0,27
Exraucher *											
1990/92	1069	56	0,1	0,3	0,7	1,0	1,5	4,7	0,36	**0,26**	0,24 - 0,27
1998	945	48	0,2	0,3	0,7	0,9	1,4	16,0	0,43	**0,33**	0,32 - 0,35
Raucher											
1990/92	1255	27	0,3	1,3	3,0	3,8	5,1	11,3	1,51	**1,04**	0,99 - 1,10
1998	1277	8	0,3	1,2	2,6	3,2	4,3	6,6	1,36	**1,05**	1,00 - 1,09

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Anzahl der Werte unter der Bestimmungsgrenze (BG = 0,1 µg/l);
P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel;
GM = geometrisches Mittel; KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM;
Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt;
* = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0{,}001$) nach t-Test bzw. Varianzanalyse

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

Da der Cadmiumgehalt im Blut vor allem durch das Rauchverhalten beeinflusst wird, ist es naheliegend, für einen zeitlichen Vergleich zunächst nur denjenigen Teil der Bevölkerung heranzuziehen, der angab, nie geraucht zu haben. Der geometrische Mittelwert betrug 1990/92 für Nieraucher 0,21 µg/l bei einem Wert für das 95. Perzentil von 0,7 µg/l. 1998 betrug der geometrische Mittelwert 0,26 µg/l und der Wert für das 95. Perzentil ebenfalls 0,7 µg/l. Dieser Unterschied der geometrischen Mittelwerte ist zwar statistisch signifikant, bewegt sich aber innerhalb der analytischen Schwankungsbreite.

Bei Rauchern kann für den betrachteten Zeitraum von 1990/92 bis 1998 keine Veränderung des mittleren Cadmiumgehaltes im Blut festgestellt werden. Der Wert des 95. Perzentils hat sich hingegen tendenziell verringert (3,8 µg/l vs. 3,2 µg/l).

Der **Cadmiumgehalt im Urin** der 25- bis 69-jährigen deutschen Bevölkerung hat im Zeitraum von 1990/92 bis 1998 von 0,29 µg/l auf 0,24 µg/l abgenommen, wobei sich diese Gehalte - wie beim Cadmiumgehalt im Blut - innerhalb der analytischen Schwankungsbreite bewegen und deshalb nicht voreilig bewertet werden sollten (**Tab. 3.3.8** und **Tab. 3.3.9**). In den neuen Bundesländern allerdings hat der mittlere Cadmiumgehalt im Urin deutlich abgenommen, von 0,35 µg/l auf 0,25 µg/l, und hat sich damit dem Niveau in den alten Bundesländern angeglichen.

Wie für den Cadmiumgehalt im Blut ist es für den Cadmiumgehalt im Urin sinnvoll, bei Betrachtung einer zeitlichen Entwicklung nur die Gruppe der Nieraucher heranzuziehen. Der prozentuale Anteil der Abnahme der Cadmiumausscheidung unterscheidet sich für Nieraucher nicht von dem der Gesamtbevölkerung und beträgt 18 % in den alten und 31 % in den neuen Bundesländern. Bei Rauchern hat der Cadmiumgehalt im Urin zwischen 1990/92 und 1998 von 0,42 µg/l auf 0,33 µg/l abgenommen.

Insgesamt kann festgestellt werden, dass sich die Cadmiumgehalte in Blut und Urin seit Beginn der Laufzeit der Umwelt-Surveys vor allem bei Nierauchern auf einem - aus analytischer Sicht - niedrigen Niveau bewegen. Bei Rauchern ist eine Tendenz zur Abnahme der Werte im oberen Belastungsbereich festzustellen.

Tab. 3.3.8: Cadmiumgehalt im Urin (µg/l) der 25- bis 69-jährigen deutschen Bevölkerung in den Jahren 1990/92 und 1998

	N	n<BG	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Untersuchungszeitraum *											
Survey 1990/92	4002	149	0,09	0,30	0,93	1,27	1,75	6,94	0,435	**0,290**	0,281 - 0,298
Survey 1998	4052	100	0,09	0,24	0,71	0,99	1,37	31,5	0,354	**0,243**	0,236 - 0,249
Wohnort											
alte Länder *											
1990/91	3192	138	0,08	0,29	0,92	1,27	1,73	6,94	0,422	**0,277**	0,267 - 0,286
1998	3232	88	0,09	0,24	0,72	0,99	1,40	31,5	0,355	**0,240**	0,233 - 0,248
neue Länder *											
1991/92	810	11	0,13	0,35	0,96	1,31	1,85	4,23	0,483	**0,348**	0,329 - 0,368
1998	820	12	0,10	0,25	0,70	0,99	1,28	4,64	0,349	**0,252**	0,239 - 0,266
Rauchstatus											
Nieraucher *											
1990/92	1660	85	0,08	0,24	0,65	0,90	1,26	4,06	0,329	**0,226**	0,216 - 0,236
1998	1791	62	0,08	0,19	0,51	0,70	1,11	31,5	0,276	**0,188**	0,182 - 0,196
Exraucher											
1990/92	1085	40	0,09	0,29	0,76	1,08	1,43	3,40	0,390	**0,275**	0,261 - 0,290
1998	968	21	0,10	0,25	0,66	0,91	1,25	5,43	0,349	**0,253**	0,241 - 0,266
Raucher *											
1990/92	1257	24	0,13	0,44	1,30	1,66	2,07	6,94	0,613	**0,421**	0,400 - 0,443
1998	1293	18	0,12	0,33	0,96	1,30	1,75	3,78	0,465	**0,334**	0,319 - 0,349

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Anzahl der Werte unter der Bestimmungsgrenze (BG = 0,05 µg/l); P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel; KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM; Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt;
* = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0{,}001$) nach t-Test bzw. Varianzanalyse

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

Tab. 3.3.9: Cadmiumgehalt im Urin (µg/g Creatinin) der 25- bis 69-jährigen deutschen Bevölkerung in den Jahren 1990/92 und 1998

	N	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Untersuchungszeitraum										
Survey 1990/92	4002	0,07	0,22	0,66	0,92	1,27	6,05	0,321	**0,213**	0,207 - 0,219
Survey 1998	4043	0,07	0,20	0,57	0,75	1,13	22,4	0,289	**0,201**	0,196 - 0,206
Wohnort										
alte Länder										
1990/91	3192	0,06	0,22	0,65	0,93	1,29	6,05	0,315	**0,206**	0,199 - 0,213
1998	3223	0,07	0,20	0,59	0,77	1,14	22,4	0,292	**0,200**	0,194 - 0,206
neue Länder *										
1991/92	810	0,09	0,23	0,69	0,90	1,26	4,44	0,344	**0,242**	0,229 - 0,257
1998	820	0,08	0,21	0,51	0,67	1,06	3,49	0,275	**0,205**	0,194 - 0,215
Rauchstatus										
Nieraucher										
1990/92	1660	0,05	0,18	0,52	0,73	0,98	6,05	0,265	**0,175**	0,167 - 0,183
1998	1790	0,06	0,16	0,48	0,64	1,02	22,4	0,247	**0,167**	0,160 - 0,173
Exraucher										
1990/92	1085	0,07	0,22	0,58	0,75	1,11	4,12	0,290	**0,205**	0,195 - 0,216
1998	964	0,08	0,21	0,54	0,71	1,06	4,61	0,289	**0,213**	0,203 - 0,224
Raucher *										
1990/92	1257	0,09	0,30	0,90	1,14	1,68	3,65	0,421	**0,284**	0,270 - 0,299
1998	1288	0,09	0,25	0,70	0,94	1,31	2,75	0,346	**0,249**	0,238 - 0,260

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile;
MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel;
KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM;
* = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0{,}001$) nach t-Test bzw. Varianzanalyse

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

3.3.3 Diskussion

Die Ergebnisse des Umwelt-Surveys 1998 verdeutlichen erneut den seit langem bekannten Einfluss des *Tabakrauchens* auf die Cadmiumexposition der Allgemeinbevölkerung. Raucher weisen einen ca. 4-fach höheren Cadmiumgehalt im Blut und einen um ca. 63 % höheren Cadmiumgehalt im Urin auf als Nieraucher. Die Ergebnisse spiegeln außerdem wider, dass der aktuelle Rauchstatus vor allem den Cadmiumgehalt im Blut beeinflusst, während für den Cadmiumgehalt im Urin in stärkerem Maße das Rauchverhalten in der Vergangenheit von Bedeutung ist (Hoffmann et al. 1999; Kommission Human-Biomonitoring 1998). Während der Cadmiumgehalt im Urin von der Rauchdauer beeinflusst ist, ist für den Cadmiumgehalt im Blut kein derartiger Zusammenhang nachweisbar. Ferner nimmt der Cadmiumgehalt im Blut mit der Dauer des Nicht-Mehr-Rauchens schneller ab als der Cadmiumgehalt im Urin.

Nierauchende *Frauen* weisen höhere Cadmiumgehalte in Blut und Urin auf als nierauchende *Männer*. Dieses Ergebnis hatte sich bereits in früheren Umwelt-Surveys (Hoffmann et al. 1999) und auch in anderen Studien ergeben (Sartor et al. 1992, Wetzel et al. 1994). Begründet wird dies in der Literatur damit, dass Frauen wegen eines häufig vorkommenden Eisenmangels in Bezug auf Cadmium eine höhere Absorptionsrate aufweisen als Männer (Ewers 1990, Berglund et al. 1994). Ein Hinweis auf einen Zusammenhang zwischen dem *Ferritingehalt im Blut* und der Cadmiumbelastung des Blutes ergab sich auch aus dem vorliegenden Datenmaterial (nicht tabelliert). Für den Cadmiumgehalt im Urin spielt eine Rolle, dass Frauen weniger Creatinin ausscheiden als Männer (vgl. Anhang 9.3: Assoziationen zwischen den Gliederungsmerkmalen), wodurch der geschlechtspezifische Unterschied bei Creatininbezug deutlicher ist (Järup et al. 1998).

Ein Effekt des *Lebensalters* ist bei Rauchern in Bezug auf den Cadmiumgehalt im Urin - durch die Wahrscheinlichkeit einer längeren Belastung - zu erwarten, lässt sich aber auch bei Nierauchern im Blut und im Urin feststellen. Vorausgesetzt, dass die Konzentration im Urin die Belastung der Niere und damit die kumulierte Körperlast reflektiert (Ewers und Wilhelm 1995), ist der Zusammenhang zwischen dem Gehalt im Urin und dem Lebensalter plausibel und wurde in den vorangegangenen Umwelt-Surveys (Schwarz et al. 1993, Hoffmann et al. 1999) und anderen Bevölkerungsstudien aufgezeigt (Sartor et al. 1992, Staessen et al. 1996). Ein Einfluss des im Körper akkumulierten Cadmiums auf den Cadmiumgehalt im Blut wurde im Rahmen der Umwelt-Surveys (Hoffmann et al. 1999) und in anderen Studien ebenfalls nachgewiesen (Berglund et al. 1994, Roggi et al. 1995, dell'Omo et al. 1999, Staessen et al. 1996).

Vergleicht man die Cadmiumbelastung der Bevölkerung in der Bundesrepublik mit Daten aus außerhalb von Nord-, Mittel- oder Westeuropa liegenden Ländern, so bewegt sich die Belastung in Deutschland auf einem unteren Niveau. Vor diesem Hintergrund ist der Befund der vorliegenden Studie, dass Personen, die nicht in Nord-, Mittel- oder Westeuropa geboren wurden, einen höheren mittleren Cadmiumgehalt in Blut und Urin aufweisen, plausibel. 75 % dieser Personen wurden in Russland oder Osteuropa, 9 % in der Türkei und 16 % in übrigen Ländern geboren. Darüber, ob die höheren Gehalte bei dieser Bevölkerungsgruppe auf unterschiedliche Ernährungsformen, sei es in der Vergangenheit oder gegenwärtig, oder auf eine

anderweitige evtl. frühere Exposition zurückzuführen sind, kann an dieser Stelle keine Aussage getroffen werden.

Der mittlere Cadmiumgehalt im Blut und im Urin der Bevölkerung in den *alten und neuen Bundesländern* unterscheidet sich 1998 nicht signifikant. 1990/92 lagen in den neuen Bundesländern vor allem höhere mittlere Cadmiumgehalte im Urin vor. Da dies auch für die Nieraucher zutrifft, haben sich offenbar die Belastungssituationen in den alten und neuen Bundesländern einander angenähert. Hinweise, die diesen Sachverhalt bestätigen, liefern die folgenden Daten: Luftgetragene Emissionen an Cadmium haben sich in den alten Bundesländern von 9 t/a in 1990 auf 6 t/a in 1995 verringert, in den neuen Ländern von 21 t/a auf 5 t/a (UBA 1997).

Die Cadmiumgehalte in Blut und Urin - vor allem der Nieraucher - bewegen sich seit Beginn der Laufzeit der Umwelt-Surveys auf einem aus analytischer Sicht niedrigen Niveau und ein *zeitlicher Trend* kann aus dem vorliegenden Datenmaterial für die Gesamtbevölkerung nicht abgeleitet werden. Bei der Untersuchung von Studentenkollektiven im Rahmen der Umweltprobenbank konnte für den Zeitraum von 1987 bis 1997 ebenfalls kein Rückgang der Cadmiumausscheidung mit dem Urin festgestellt werden (UBA 1999a, 1999b). In anderen Industrieländern (z.B. Schweden) wurde bei Gegenüberstellung vorhandener Daten aus den letzten Jahrzehnten kein Trend der korporalen Cadmiumbelastung ermittelt (Järup et al. 1998).

Eine Gegenüberstellung der im Umwelt-Survey 1998 ermittelten mittleren Cadmiumgehalte im Blut und im Urin mit den Ergebnissen anderer Studien erfolgt in den **Tabellen 3.3.10** und **3.3.11** (vgl. Kap. 2.3.7). Auch bei anderen in Deutschland durchgeführten Studien ergaben sich für den Cadmiumgehalt im Blut von Nichtrauchern Gehalte zwischen 0,2 und 0,3 µg/l. Aus anderen Ländern wurden für Nichtraucher zum Teil höhere Gehalte (Tschechien, Kanada) und auch deutlich höhere Gehalte (China, Japan, Korea) ermittelt. In Ländern wie Schweden, Norwegen und den USA bewegen sich die Gehalte im Blut auf ähnlich niedrigem Niveau wie in Deutschland. Die im Rahmen des Umwelt-Surveys ermittelten Cadmiumgehalte im Urin befinden sich auf einem ähnlich niedrigen Niveau wie in den Niederlanden oder den USA.

Tab. 3.3.10: Cadmiumgehalt im Blut der Bevölkerung in Deutschland und in anderen Ländern

Land (Autoren)	Jahr	Kollektiv	N	statistische Kenngrößen in µg/l	
Deutschland					
Umwelt-Survey I (Kause et al. 1996)	1985/86	Allgemeinbevölkerung, M,F: 25-69 Jahre, alte Bundesländer	R: 752 ExR: 598 NieR: 974	GM=1,32 GM=0,31 GM=0,25	95.P.=5,5 95.P.=1,8 95.P.=1,5
Umwelt-Survey II (Kause et al. 1996)	1990/92	Allgemeinbevölkerung; M,F: 25-69 Jahre	R: 1258 ExR: 1036 NieR: 1670	GM=1,04 GM=0,25 GM=0,21	95.P.=3,7 95.P.=1,0 95.P.=0,7
Umwelt-Survey III	1998	Allgemeinbevölkerung, M,F: 18-69 Jahre	R: 1584 ExR: 999 NieR: 2062	GM=1,06 GM=0,33 GM=0,25	95.P.=3,3 95.P.=0,9 95.P.=0,7
(BAGS 1997 und 1999)	1991/92	Hamburg, Untersuchungsprogramm Bille-Siedlung, Kontrollgebiete, 18-69 Jahre	M,F: 236	GM=0,55	95.P.=2,6
(Heinrich et al. 1995)	1992/94	Bitterfeld, Hettstedt, Zerbst, F: 52-59 Jahre	Ex/R: 62 NR: 335	GM=0,4-0,8 GM=0,3	 95.P.=0,6-0,8
(Fromme et al. 1997)	1994/95	Berlin, F: 30-45 Jahre	R: 245 PR: 215 NR: 336	GM=0,69 GM=0,23 GM=0,25	95.P.=2,4 95.P.=1,0 95.P.=0,8
(LANU 1997)	1995/96	Schleswig-Holstein, Pinneberg, 40-65 Jahre	M,F 245	50.P.=0,30	95.P.=1,1
Belgien					
(Staessen et al. 2000)	1991/95	PheCad-Studie, div. Regionen; 20-83 Jahre	M 336 F 356	GM=0,88 µg/24h GM=0,88 µg/24h	95.P.=3,4 µg/24h 95.P.=2,7 µg/24h
China					
(Zhang et al. 1999)	1993/97	Angestellte aus 5 Städten, Nichtraucherinnen, F: 20-66 Jahre	NR: 250	GM=0,61	
(Watanabe et al. 2000)	1997	Nichtrauchende Frauen, städtische und ländliche Region	NR: 149	GM=0,5	
Italien					
(Roggi et al. 1995)	?	Teilkollektiv des FATMA-Projektes, Lombardei, 20-79 Jahre	R: 125 NR: 389	GM=0,81 GM=0,42	95.P.=2,2 95.P.=1,0

Anmerkungen: R = Raucher; ExR = Exraucher; NieR = Nieraucher

Tab. 3.3.10: -Fortsetzung-

Land (Autoren)	Jahr	Kollektiv	N	statistische Kenngrößen in µg/l	
Italien					
(Menditto et al. 1998)	1989/90	Projekt: New Risk Factor, Rom und Umgebung, M: 55-75 Jahres	M: 1223	GM=0,51	97,5.P.=1,7
(dell'Omo et al. 1999)	1992/93	Umbrien, Blutspender, M, F: 18-65 Jahre	R: 163 NR: 271	50.P.=1,1 50.P.=0,5	95.P.=2,3 95.P.=1,4
Japan					
(Zhang et al. 1999)	1991/93	Hausfrauen aus 3 Städten, F: 37-68 Jahre	F: 72	GM 1,9	
(Watanabe et al. 1996)	1991/94	Allgemeinbevölkerung, F: 54± 11Jahre	NR 467	GM=2,0	
(Shimbo et al. 2000)	1991/98	Allgemeinbevölkerung, 30 Orte, F: 49± 13 Jahre	F 607	GM=1,8	Max: 9,0
Kanada			R: 270	AM=5,8	
(Rey et al. 1997)	?	Inuit, Nunawik, Unterkollektiv eines Gesundheits-Surveys M,F:>18 Jahre	ExR: 88 NR: 46	AM=1,8 AM=1,0	Max=22
Korea					
(Moon et al. 1999)	1994	Städtische und ländliche Region, F: 30-49 Jahre	NR 107	GM=1,4	
Norwegen					
(Odland et al. 1999)	1993/94	Kirkenes, Hammerfest, Bergen, Gebärende: 28±5 Jahre	F 114	50.P.=0,2	Max=3,0
Schweden					
(Bensryd et al. 1994)	1989/90	Südschweden, Farmer, 17-77 Jahre	M 237	50.P.=0,22	Max= 4,2
(Nordberg et al. 1996 zit. in (Järup et al. 1998)	?	Stockholm, M,F: 84 Jahre	R: 21 NR: 124	50.P=0,63 50.P.=0,41	
Tschechien					
(Benes et al. 2000)	1996/98	Erwachsene aus vier Städten, Tschech. Monitoring System	M,F: 1215	GM=0,69	95.P.=2,1
(Koreckova-Sysalova 1997)	?	MONICA-Projekt	M,F: 609	AM=0,93	Max=9,7
USA					
(Komaromy-Hiller et al. 2000)	?	National Client Base, Allgemeinbevölkerung, M,F	R,NR: 4520	50.P.=0,3	97,5.P.=1,5
(CDC 2001)	1999	NHANES, Allgemeinbevölkerung, >20 Jahre	M,F: 1648	50.P.=0,3	90.P.=1,0

Anmerkungen: R = Raucher; ExR = Exraucher; NieR = Nieraucher

Tab. 3.3.11: Cadmiumgehalt im Urin der Bevölkerung in Deutschland und in anderen Ländern

Land (Autoren)	Jahr	Kollektiv	N	statistische Kenngrößen	
Deutschland					
Umwelt-Survey I (Krause et al. 1989)	1985/86	Allgemeinbevölkerung, M,F: 25-69 Jahre, alte Bundesländer, Morgenurin	R: 827 NR: 1715	GM=0,25 µg/l GM=0,13 µg/l	95.P.=1,8 µg/l 95.P.=1,2 µg/l
Umwelt-Survey II (Krause et al. 1996)	1990/92	Allgemeinbevölkerung; M,F: 25-69 Jahre, Morgenurin	R: 1260 ExR: 1052 NieR: 1689	GM=0,41 µg/l GM=0,27 µg/l GM=0,23 µg/l	95.P.=1,7 µg/l 95.P.=1,1 µg/l 95.P.=0,9 µg/l
Umwelt-Survey III	1998	Allgemeinbevölkerung, M,F: 18-69 Jahre, Morgenurin	R: 1611 ExR: 1022 NieR: 2106	GM=0,29 µg/l GM=0,25 µg/l GM=0,18 µg/l	95.P.=1,2 µg/l 95.P.=0,9 µg/l 95.P.=0,7 µg/l
(BAGS 1997 und 1999)	1991/92	Hamburg, Untersuchungsprogramm Bille-Siedlung, Kontrollgebiete, 18-69 Jahre, 24h-Urin	M,F: 211	GM=0,41/24h	95.P.=1,4 µg/24h
(Heinrich et al. 1995)	1992/1994	Bitterfeld, Hettstedt, Zerbst, F: 52-59 Jahre	R: 61 NR: 338	GM=0,30-0,52 µg/l GM=0,22-0,42 µg/l	 95.P.=0,8-1,4 µg/l
(LANU 1997)	1995/96	Schleswig Holstein, Pinneberg, 40-65 Jahre, Spontanurin	M,F: 245	50.P.=0,17 µg/l	95.P.=0,7 µg/l
(UBA 1999b)	1997	Bank für Human-Organproben, 24h-Urin Münster, 15->39 Jahre Halle, >14->39 Jahre Greifswald, 20-39 Jahre Ulm, 15->39 Jahre	 M,F: 112 M,F: 115 M,F: 114 M,F: 111	 50P.=0,40 µg/l 50.P=0,40 µg/l 50.P.=0,39 µg/l 50.P.=0,40 µg/l	 95.P.=0,79 µg/l 95.P.=0,80 µg/l 95.P.=0,79 µg/l 95.P.=0,90 µg/l
Belgien					
(Staessen et al. 2000)	1991/95	PheeCad-Studie, div. Regionen, 24h-Urin; 20-83 Jahre	M 336 F 356	GM=1,1 µg/24h GM=0,86 µg/24h	95.P.=3,7 µg/24h 95.P.=2,4 µg/24h
China					
(Watanabe et al. 2000)	1997	Städtische und ländliche Region, F: 21-61 Jahre	NR 149	GM=2,8 µg/gCrea	
Japan					
(Hayano et al. 1996)	?	Kontrollkollektiv, Ishikawa, > 50 Jahre, Morgenurin	M: 478 F: 696	GM=2,3µg/gCrea GM=3,6µg/gCrea	

Anmerkungen: R = Raucher; ExR = Exraucher; NieR = Nieraucher

Tab. 3.3.11: -Fortsetzung-

Land (Autoren)	Jahr	Kollektiv	N	statistische Kenngrößen	
Japan					
(Yamanaka et al. 1998)	?	Boso-Halbinsel, Chiba, > 50 Jahre, Morgenurin	M,F: 1301	GM=1,3 µg/gCrea	
(Kyioo et al. 2000)	?	Noto-Halbinsel, Ishikawa, 2 Regionen, >50 Jahre	M: 568 F: 942	GM=2,2/3,4 µg/l GM=2,8/3,9 µg/l	
(Shimbo et al. 2000)	1991/98	30 Orte, F: 49± 13 Jahre, Spontanurin	F: 607	GM=2,5 µg/l	Max: 21 µg/l
Korea					
(Moon et al. 1999)	1994	Städtische und ländliche Region, F: 30-49 Jahre, Morgenurin	NR: 107	GM=1,9 µg/l	
Niederlande					
(Fiolet et al. 1999)	1997	Allgemeinbevölkerung, 20-65 Jahre, Spontanurin	M: 122 F: 168	50.P.=0,39 µg/gCrea 50.P.=0,28 µg/gCrea	97.5 P.=1,7 µg/gCrea 97,5 P.=1,7 µg/gCrea
Spanien					
(Schuhmacher et al. 1994)	1991/92	Barcelona, 18-65 Jahre, Spontanurin	M: 339 F: 190	GM=0,55 µg/gCrea GM=0,36 µg/gCrea	Max: 3,9 µg/gCrea Max: 1,9 µg/gCrea
Tschechien					
(NIPH 1997)	1996	Erwachsene aus 4 Städten, Tschech. Monitoring System, Morgenurin	M,F: 361	50.P.=0,41 µg/gCrea	90.P.=2,1 µg/gCrea
USA					
(Komaromy-Hiller et al. 2000)		National Client Base, Allgemeinbevölkerung	M,F: 6008	50.P.=0,3 µg/l	97,5.P.=1,0 µg/l
(Paschal et al. 2000)	1988/94	NHANES III, Allgemeinbevölkerung, > 20 Jahre	M,F: 16 027	GM=0,17-0,71 µg/gCrea je nach Alter	95.P.=0,7-2,2 µg/gCrea
(CDC 2001)	1999	NHANES, Allgemeinbevölkerung, >6 Jahre	M,F: 1007	GM=0,32 µg/l	90.P.=0.95 µg/l

Anmerkungen: R = Raucher; ExR = Exraucher; NieR = Nieraucher

3.4 Quecksilber im Blut und im Urin

Die wesentlichsten Faktoren für die korporale Belastung der Allgemeinbevölkerung mit Quecksilber sind der Fischkonsum und Amalgamfüllungen der Zähne. Durch den Fischkonsum wird dem Körper vor allem organisch gebundenes Quecksilber zugeführt, während Amalgamfüllungen zu einer Belastung mit anorganischem Quecksilber führen (Kommission Human-Biomonitoring 1999a).

3.4.1 Ergebnisse

Quecksilber wurde im Rahmen des Umwelt-Surveys 1998 in Blut und Urin bestimmt. Die Ergebnisse werden im Folgenden dargestellt.

3.4.1.1 Quecksilber im Blut

Die statistischen Kennwerte zur Beschreibung der Verteilung der Quecksilbergehalte im Blut der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland sind in der **Tabelle 3.4.1** dargestellt. Der geometrische Mittelwert beträgt 0,58 µg/l.

Das Lebensalter ist ein signifikantes Gliederungsmerkmal für den Quecksilbergehalt im Blut. Bis zur Altersgruppe der 30- bis 39-Jährigen ist ein ansteigender Quecksilbergehalt im Blut festzustellen. In den höheren Altersgruppen bewegen sich die Gehalte dann auf einem gleichbleibenden Niveau.

Der Verzehr von Fisch und Fischprodukten führt zu einer Erhöhung des Quecksilbergehaltes im Blut. Dies wird anhand von zwei Gliederungsmerkmalen deutlich. Probanden, die angaben, in den letzten 48 Stunden vor der Probenahme Fisch verzehrt zu haben, weisen einen höheren mittleren Quecksilbergehalt im Blut auf als Probanden, bei denen dies nicht der Fall war. Außerdem steigt mit der Häufigkeit des Fischverzehrs der mittlere Quecksilbergehalt im Blut an.

Bei häufigerem Konsum von Wein/Sekt/Obstwein steigt der Quecksilbergehalt im Blut an.

Mit einer höheren Zahl von Zähnen mit Amalgamfüllungen liegt ein höherer Quecksilbergehalt im Blut vor.

Mit dem mittleren Einkommen pro Haushaltsmitglied steigt der Quecksilbergehalt im Blut an.

Nicht in die Tabellen aufgenommen, jedoch auf der deskriptiven Ebene signifikante Merkmale für den Quecksilbergehalt im Blut sind die Folgenden:

Ein Zusammenhang zwischen der Häufigkeit des Kaugummikauens und dem Quecksilbergehalt im Blut ist bei Personen mit Amalgamfüllungen zu erkennen. Bei fast täglichem Kaugummikonsum beträgt der geometrische Mittelwert 0,70 µg/l gegenüber 0,61 µg/l bei einem Kaugummikonsum bis zu dreimal im Monat.

Personen mit Abitur weisen mit 0,72 µg/l einen höheren mittleren Quecksilbergehalt im Blut auf als Personen ohne Abitur (0,54 µg/l). Auch ein Zusammenhang zur Schichtzugehörigkeit (Winkler und Stolzenberg 1999) lässt sich nachweisen (Unterschicht: 0,45 µg/l, Mittelschicht: 0,58 µg/l, Oberschicht: 0,78 µg/l). Bei Personen, die in den letzten drei Jahren eine oder mehrere Fernreisen unternommen haben, wird ein höherer Quecksilbergehalt im Blut festgestellt als bei Personen, die keine solchen Fernreisen unternommen haben (0,73 µg/l vs. 0,56 µg/l).

Außerdem lässt sich ein Effekt der Gemeindegröße aufzeigen. Personen aus Gemeinden ab 100 000 Einwohnern weisen einen höheren Quecksilbergehalt im Blut auf, als Personen aus kleineren Gemeinden (0,66 µg/l vs. 0,55 µg/l).

Aus anderen Studien lassen sich weitere Einflussfaktoren für den Quecksilbergehalt im Blut ermitteln. Soweit die dafür nötigen Informationen im Rahmen des Umwelt-Surveys 1998 erfasst wurden, wurden diese in die Auswertung einbezogen. Dies betrifft u.a. die Variablen zur *Wohnumgebung*, alle Variablen zur *Ernährung*, Merkmale, die das *Rauchverhalten* beschreiben und die *Jahreszeit der Probenahme*, außerdem die Angabe zum *Zeitpunkt des letzten Besuchs beim Zahnarzt* und das *Alter der letzten Amalgamfüllung* sowie Angaben zur *Soziodemographie* und zur *Staatsangehörigkeit*.

Bei der Auswertung der Daten des Umwelt-Surveys 1990/92 wurden bei multivariaten Analysen folgende signifikante Prädiktoren zur Vorhersage des Quecksilbergehaltes im Blut ermittelt: *Häufigkeit des Fischkonsums*, *Gemeindegröße* und *Haushaltseinkommen* (Becker et al. 1996). Diese Prädiktoren werden in der aktuellen -zunächst deskriptiven- Auswertung bestätigt.

Tab. 3.4.1: Quecksilber im Blut (µg/l) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland

[Bestimmungsgrenze: 0,2 µg/l]

	N	n<BG	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Gesamt	4645	584	<0,2	0,6	1,8	2,3	3,3	12,3	0,86	**0,58**	0,57 - 0,60
Geschlecht											
männlich	2344	276	<0,2	0,7	1,8	2,4	3,5	12,3	0,90	**0,61**	0,58 - 0,63
weiblich	2301	309	<0,2	0,6	1,7	2,2	3,0	11,4	0,83	**0,56**	0,54 - 0,58
Lebensalter *											
18 - 19 Jahre	179	45	<0,2	0,4	1,1	1,4	2,2	3,2	0,53	**0,37**	0,32 - 0,42
20 - 29 Jahre	774	109	<0,2	0,6	1,5	1,9	2,6	6,0	0,75	**0,53**	0,50 - 0,56
30 - 39 Jahre	1086	97	0,2	0,7	1,7	2,1	3,2	12,3	0,89	**0,63**	0,60 - 0,67
40 - 49 Jahre	941	97	<0,2	0,7	1,8	2,2	3,1	8,3	0,87	**0,61**	0,58 - 0,65
50 - 59 Jahre	890	122	<0,2	0,7	2,0	2,9	4,2	11,4	0,96	**0,61**	0,57 - 0,65
60 - 69 Jahre	775	115	<0,2	0,6	2,1	2,7	3,8	6,9	0,90	**0,57**	0,53 - 0,61
Fischverzehr innerhalb 48 Stunden vor der Probenahme *											
nein	3830	545	<0,2	0,6	1,6	2,1	3,0	11,4	0,78	**0,53**	0,52 - 0,55
ja	775	37	0,3	0,9	2,4	3,3	5,0	12,3	1,25	**0,89**	0,84 - 0,95
Häufigkeit des Fischkonsums *											
(fast) nie	464	170	<0,2	0,3	1,0	1,3	2,1	6,4	0,46	**0,29**	0,26 - 0,31
maximal einmal im Monat	709	109	<0,2	0,5	1,3	1,9	2,7	6,0	0,68	**0,48**	0,45 - 0,51
zwei- bis dreimal im Monat	1137	124	<0,2	0,6	1,6	2,0	2,8	12,3	0,79	**0,56**	0,53 - 0,59
etwa einmal pro Woche	1795	156	0,2	0,7	1,9	2,5	3,5	8,3	0,96	**0,68**	0,66 - 0,71
mehrmals pro Woche	533	25	0,3	1,0	2,5	3,5	5,1	11,4	1,28	**0,91**	0,84 - 0,98
Häufigkeit des Konsums von Wein/Sekt/Obstwein *											
maximal einmal pro Monat	2473	374	<0,2	0,6	1,5	2,0	3,1	12,3	0,76	**0,51**	0,49 - 0,53
maximal einmal pro Woche	1567	164	<0,2	0,7	1,8	2,4	3,0	8,7	0,89	**0,63**	0,60 - 0,66
mehrmals pro Woche	585	46	0,3	0,9	2,5	3,2	4,6	11,4	1,22	**0,84**	0,77 - 0,90
Zähne mit Amalgamfüllungen *											
kein Zahn	1536	275	<0,2	0,6	1,7	2,5	3,4	8,3	0,80	**0,50**	0,48 - 0,53
1 bis 4 Zähne	1327	166	<0,2	0,6	1,8	2,3	3,2	8,7	0,83	**0,57**	0,54 - 0,60
5 bis 8 Zähne	1071	98	0,2	0,7	1,8	2,1	3,2	11,4	0,91	**0,65**	0,62 - 0,69
mehr als 8 Zähne	455	19	0,3	0,9	2,0	2,7	4,2	12,3	1,08	**0,80**	0,74 - 0,86

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Anzahl der Werte unter der Bestimmungsgrenze (BG); P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel; KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM; Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt;
* = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0{,}001$) nach t-Test bzw. Varianzanalyse

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

Tab. 3.4.1: (Fortsetzung)

[Bestimmungsgrenze: 0,2 µg/l]

	N	n<BG	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Haushaltseinkommen pro Haushaltsmitglied *											
unter 1000 DM/Monat	1056	150	<0,2	0,6	1,3	1,8	2,5	12,3	0,70	**0,49**	0,47 - 0,52
1000 bis 1499 DM/Monat	1072	151	<0,2	0,6	1,7	2,1	2,8	6,4	0,81	**0,56**	0,53 - 0,60
1500 bis 1999 DM/Monat	744	84	<0,2	0,7	1,8	2,2	2,9	6,5	0,87	**0,62**	0,58 - 0,66
ab 2000 DM/Monat	990	72	0,3	0,8	2,4	3,2	4,8	11,4	1,14	**0,77**	0,73 - 0,82
Wohnort im Jahr 1998											
alte Länder	3766	497	<0,2	0,6	1,8	2,4	3,4	12,3	0,87	**0,58**	0,56 - 0,60
neue Länder	879	87	<0,2	0,6	1,6	2,1	3,3	7,3	0,83	**0,59**	0,56 - 0,63

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Anzahl der Werte unter der Bestimmungsgrenze (BG);
P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel;
GM = geometrisches Mittel; KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM;
Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt;
* = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0{,}001$) nach t-Test bzw. Varianzanalyse

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

3.4.1.2 Quecksilber im Urin

Die Ergebnisse zu den Quecksilbergehalten im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland sind in den **Tabellen 3.4.2** und **3.4.3** volumen- und creatininbezogen dargestellt. Der geometrische Mittelwert beträgt 0,43 µg/l bzw. 0,34 µg/g Creatinin.

Frauen weisen -allerdings nur bei Creatininbezug- im Vergleich zu Männern einen höheren mittleren Quecksilbergehalt im Urin auf.

Mit dem Lebensalter nimmt ab der Altersgruppe der 20- bis 29-Jährigen der mittlere Quecksilbergehalt im Urin ab.

Mit der Zahl von Amalgamfüllungen steigt der Quecksilbergehalt im Urin an. Je älter die zuletzt gelegte Amalgamfüllung ist, umso geringer ist der Quecksilbergehalt im Urin.

Personen mit Amalgamfüllungen, die häufig Kaugummi kauen, weisen einen höheren Quecksilbergehalt im Urin auf als Personen, die dies seltener tun.

Eine höhere Schulbildung geht mit einem höheren Quecksilbergehalt im Urin einher.

Bei der statistischen Testung ergaben sich weitere signifikante Merkmale, die allerdings nicht in den Tabellen enthalten sind:

Bei Personen, die angaben, in den letzten 12 Monaten einen Zahnarzt besucht zu haben, liegt ein höherer geometrischer Mittelwert vor, als bei den übrigen Personen (0,46 µg/l vs. 0,33 µg/l und 0,37 µg/g Creatinin vs. 0,25 µg/gCreatinin).

Mit steigendem Body Mass Index (BMI) nimmt der Quecksilbergehalt im Urin ab. Bei einem BMI von weniger als 25 kg/m^2 beträgt der Quecksilbergehalt im Urin 0,54 µg/l, bei einem BMI von 25 bis unter 30 kg/m^2 beträgt er 0,38 µg/l und bei einem BMI ab 30 kg/m^2 0,32 µg/l. Die entsprechenden creatininbezogenen Werte betragen 0,40 µg/g Creatinin, 0,31 µg/g Creatinin und 0,27 µg/g Creatinin.

Aus anderen Studien lassen sich weitere Einflussfaktoren für den Quecksilbergehalt im Urin ermitteln. Soweit die dafür nötigen Informationen im Rahmen des Umwelt-Surveys 1998 erfasst wurden, wurden diese in die Auswertung einbezogen. Dies betrifft u.a. die Variablen zur *Wohnumgebun*g, alle Variablen zur *Ernährung*, Merkmale, die das *Rauchverhalten* beschreiben und die *Jahreszeit der Probenahme*, außerdem Angaben zur *Soziodemographie* und zur *Staatsangehörigkeit*.

Bei der Auswertung der Daten des Umwelt-Surveys 1990/92 wurden bei multivariaten Analysen folgende signifikante Prädiktoren zur Vorhersage des Quecksilbergehaltes im Urin ermittelt: *Creatiningehalt im Urin*, *Anzahl der Zähne mit Amalgamfüllungen*, *Lebensalte*r, *Body Mass Index*, *Schulabschluss*, *Geschlecht* und *Alter der letzten Amalgamfüllung* (Becker et al. 1996). Alle diese Prädiktoren haben sich in der vorliegenden deskriptiven Auswertung der Daten des Umwelt-Surveys 1998 bestätigt.

Tab. 3.4.2: Quecksilber im Urin (µg/l) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland

[Bestimmungsgrenze: 0,2 µg/l]

	N	n<BG	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Gesamt	4741	1375	<0,2	0,4	2,2	3,3	5,1	34,8	0,89	**0,43**	0,41 - 0,44
Geschlecht											
männlich	2391	687	<0,2	0,4	1,9	2,9	4,4	16,3	0,80	**0,41**	0,39 - 0,43
weiblich	2350	688	<0,2	0,4	2,4	3,8	5,6	34,8	0,98	**0,45**	0,42 - 0,47
Lebensalter *											
18 - 19 Jahre	181	45	<0,2	0,4	3,5	5,6	6,9	11,0	1,18	**0,49**	0,41 - 0,60
20 - 29 Jahre	791	107	<0,2	0,8	3,4	5,2	7,5	19,2	1,48	**0,78**	0,72 - 0,85
30 - 39 Jahre	1108	166	<0,2	0,7	2,8	4,1	5,9	34,8	1,23	**0,68**	0,63 - 0,72
40 - 49 Jahre	960	264	<0,2	0,4	2,0	2,8	4,2	8,6	0,79	**0,42**	0,39 - 0,45
50 - 59 Jahre	909	366	<0,2	0,3	1,2	1,7	2,7	9,2	0,51	**0,28**	0,26 - 0,30
60 - 69 Jahre	792	427	<0,2	<0,2	0,7	1,0	1,6	4,9	0,31	**<0,2**	<0,2 - 0,21
Anzahl Zähne mit Amalgamfüllungen *											
kein Zahn	1560	818	<0,2	<0,2	0,7	1,1	2,3	6,7	0,36	**0,21**	<0,2 - 0,22
1 bis 4 Zähne	1356	344	<0,2	0,4	1,8	2,7	4,2	19,2	0,76	**0,41**	0,39 - 0,44
5 bis 8 Zähne	1094	119	<0,2	0,8	2,9	4,2	6,4	16,3	1,33	**0,78**	0,73 - 0,83
mehr als 8 Zähne	469	24	0,3	1,3	4,7	6,1	7,9	34,8	2,02	**1,25**	1,14 - 1,37
Alter der letzten Amalgamfüllung *											
unter 1 Jahr	365	36	<0,2	1,0	3,2	4,7	7,1	34,8	1,59	**0,88**	0,79 - 0,99
1 bis 2 Jahre	705	82	<0,2	0,8	3,6	5,3	7,0	13,6	1,48	**0,81**	0,75 - 0,89
3 bis 6 Jahre	750	117	<0,2	0,7	2,8	4,0	5,7	19,2	1,20	**0,65**	0,60 - 0,71
mehr als 6 Jahre	771	195	<0,2	0,5	1,7	2,4	3,8	14,0	0,75	**0,42**	0,39 - 0,45
Häufigkeit des Kaugummikonsums *											
(Personen mit Amalgamfüllungen)											
(fast) nie	1470	342	<0,2	0,5	1,9	2,7	3,5	7,8	0,79	**0,46**	0,43 - 0,48
bis mehrmals die Woche	1074	114	<0,2	0,8	3,0	4,2	6,2	12,7	1,31	**0,77**	0,72 - 0,82
(fast) täglich	361	28	0,2	1,3	5,2	7,8	13,7	34,8	2,34	**1,23**	1,09 - 1,39
Schulbildung *											
(ohne) Hauptschulabschluss	2001	780	<0,2	0,3	1,6	2,3	3,6	19,2	0,63	**0,31**	0,30 - 0,33
höherer Schulabschluss	2626	568	<0,2	0,6	2,7	4,1	6,0	34,8	1,10	**0,55**	0,52 - 0,57
Wohnort im Jahr 1998 *											
alte Länder	3845	1124	<0,2	0,4	2,1	3,2	4,8	19,2	0,84	**0,41**	0,40 - 0,43
neue Länder	896	252	<0,2	0,5	2,7	4,1	6,3	34,8	1,08	**0,49**	0,45 - 0,53

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Anzahl der Werte unter der Bestimmungsgrenze (BG); P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel; KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM; Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt;
* = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0{,}001$) nach t-Test bzw. Varianzanalyse

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

Tab. 3.4.3: Quecksilber im Urin (µg/g Creatinin) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland

	N	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Gesamt	4730	0,1	0,3	1,4	2,0	2,8	16,0	0,59	**0,34**	0,33 - 0,35
Geschlecht *										
männlich	2384	0,1	0,3	1,1	1,6	2,2	5,3	0,46	**0,28**	0,26 - 0,29
weiblich	2346	0,1	0,4	1,7	2,4	3,5	16,0	0,73	**0,41**	0,39 - 0,43
Lebensalter *										
18 - 19 Jahre	181	0,1	0,2	1,4	2,1	2,6	3,3	0,51	**0,25**	0,21 - 0,29
20 - 29 Jahre	789	0,1	0,5	1,8	2,6	3,9	10,1	0,79	**0,45**	0,42 - 0,49
30 - 39 Jahre	1104	0,1	0,5	1,8	2,5	3,7	16,0	0,80	**0,47**	0,44 - 0,50
40 - 49 Jahre	956	0,1	0,3	1,4	2,0	2,8	6,6	0,59	**0,34**	0,32 - 0,36
50 - 59 Jahre	909	0,1	0,2	1,0	1,4	2,0	10,5	0,43	**0,26**	0,25 - 0,28
60 - 69 Jahre	790	0,1	0,2	0,7	1,0	1,4	2,2	0,32	**0,22**	0,21 - 0,23
Anzahl Zähne mit Amalgamfüllungen *										
kein Zahn	1556	0,1	0,2	0,6	0,9	1,3	9,6	0,28	**0,18**	0,17 - 0,19
1 bis 4 Zähne	1353	0,1	0,3	1,1	1,5	2,4	7,7	0,50	**0,32**	0,30 - 0,33
5 bis 8 Zähne	1092	0,2	0,6	1,8	2,3	3,4	6,3	0,84	**0,56**	0,53 - 0,60
mehr als 8 Zähne	467	0,2	1,0	2,8	3,5	4,7	16,0	1,33	**0,89**	0,82 - 0,97
Alter der letzten Amalgamfüllung *										
unter 1 Jahr	365	0,2	0,7	1,9	2,7	4,2	16,0	0,99	**0,63**	0,57 - 0,69
1 bis 2 Jahre	704	0,1	0,6	2,1	2,8	4,0	6,5	0,91	**0,56**	0,52 - 0,61
3 bis 6 Jahre	747	0,1	0,5	1,7	2,5	3,3	10,1	0,77	**0,46**	0,43 - 0,50
mehr als 6 Jahre	769	0,1	0,4	1,2	1,6	2,2	5,7	0,54	**0,35**	0,33 - 0,37
Häufigkeit des Kaugummikonsums *										
(Personen mit Amalgamfüllungen)										
(fast) nie	1467	0,1	0,4	1,2	1,7	2,4	5,2	0,57	**0,36**	0,35 - 0,38
bis mehrmals die Woche	1070	0,1	0,5	1,7	2,3	3,2	6,5	0,79	**0,52**	0,49 - 0,55
(fast) täglich	361	0,2	0,9	3,3	4,3	5,9	16,0	1,45	**0,84**	0,75 - 0,95
Schulbildung *										
(ohne) Hauptschulabschluss	1998	0,1	0,3	1,1	1,5	2,3	10,1	0,46	**0,27**	0,26 - 0,28
höherer Schulabschluss	2618	0,1	0,4	1,6	2,3	3,2	16,0	0,69	**0,39**	0,38 - 0,41
Wohnort im Jahr 1998 *										
alte Länder	3833	0,1	0,3	1,3	1,9	2,7	16,0	0,57	**0,33**	0,32 - 0,34
neue Länder	896	0,1	0,4	1,6	2,3	3,4	13,1	0,69	**0,38**	0,35 - 0,40

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile;
MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel;
KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM;
* = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0{,}001$) nach t-Test bzw. Varianzanalyse

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

3.4.2 Zeitlicher Vergleich

Der mittlere **Quecksilbergehalt im Blut** der deutschen 25- bis 69-jährigen Bevölkerung betrug 0,50 µg/l in den Jahren 1990/92 und liegt 1998 bei 0,61 µg/l (**Tab. 3.4.4**). In den alten und neuen Bundesländern sind unterschiedliche Tendenzen festzustellen. In den neuen Bundesländern hat der mittlere Quecksilbergehalt im genannten Zeitraum von 0,71 µg/l auf 0,62 µg/l abgenommen, in den alten Bundesländern hingegen von 0,46 µg/l auf 0,60 µg/l zugenommen.

Um diese Ergebnisse zu interpretieren war es sinnvoll, nur diejenigen Personen zu betrachten, die angaben, relativ selten (maximal dreimal im Monat) Fisch zu konsumieren. Bei ihnen liegen auf der gesamtdeutschen Ebene, wie zu erwarten, geringere Gehalte im Blut vor, die sich zwischen 1990/92 und 1998 nicht signifikant verändert haben (**Tab. 3.4.4**).

Bei getrennter Betrachtung der zeitlichen Entwicklung in den alten und den neuen Bundesländern (nicht tabelliert) fällt auf, dass in den neuen Bundesländern eine deutliche Abnahme des mittleren Quecksilbergehaltes im Blut bei den "Seltenfischessern" festzustellen ist (0,64 µg/l in 1991/92 gegenüber 0,47 µg/l in 1998). Es ist daher anzunehmen, dass in den neuen Bundesländern, unabhängig vom Fischkonsum, eine Abnahme der ubiquitären Quecksilberbelastung abgebildet wird.

In den alten Bundesländern betrug der mittlere Quecksilbergehalt im Blut bei demjenigen Teil der Bevölkerung, der selten Fisch konsumiert, 0,41 µg/l in 1990/91 und 0,48 µg/l in 1998. Dies kann jedoch wegen der zu berücksichtigenden analytischen Schwankungsbreite nicht als eine Zunahme interpretiert werden.

Bei dem Teil der Bevölkerung, der angab, häufiger als dreimal pro Monat Fisch zu essen, ist nur in den alten Bundesländern eine sehr deutliche Zunahme des mittleren Quecksilbergehaltes von 0,55 µg/l auf 0,75 µg/l festzustellen. In den neuen Bundesländern sind die entsprechenden Werte 0,80 µg/l und 0,74 µg/l. Offensichtlich scheinen sich Menge/Art des konsumierten Fisches in Richtung einer größeren Belastung verändert zu haben und Unterschiede im Verhalten bezüglich des Fischkonsums zwischen der Bevölkerung der alten und neuen Länder zu bestehen.

Bei der 25- bis 69-jährigen Gesamtbevölkerung hat der **Quecksilbergehalt im Urin** von 0,53 µg/l in den Jahren 1990/92 auf 0,40 µg/l im Jahr 1998 abgenommen (**Tab. 3.4.5** und **Tab. 3.4.6**). Um den dominierenden Einfluss der Anzahl der Zähne mit Amalgamfüllungen auszuschließen, wird für den zeitlichen Vergleich nur der Teil der Bevölkerung herangezogen, der angab, keine mit Amalgam gefüllten Zähne zu haben. Bei diesen "Nichtamalgamträgern" ist eine Abnahme des Gehaltes von 0,27 µg/l auf 0,19 µg/l festzustellen.

Betrachtet man die Gruppe der Amalgamträger, so lässt sich auch bei ihnen im Jahr 1998 ein mit 0,58 µg/l geringerer mittlerer Quecksilbergehalt im Urin feststellen, als 1990/92 mit 0,74 µg/l. Die durchschnittliche Zahl der Amalgamfüllungen beträgt 3 Füllungen und hat sich in den untersuchten Kollektiven 1998 im Vergleich zu 1990/92 nicht verändert.

Tab. 3.4.4: Quecksilbergehalt im Blut (µg/l) der 25- bis 69-jährigen deutschen Bevölkerung in den Jahren 1990/92 und 1998

	N	n<BG	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Untersuchungszeitraum *											
Survey 1990/92	3957	637	<0,2	0,6	1,6	2,0	3,0	12,2	0,77	**0,50**	0,49 - 0,52
Survey 1998	3973	464	<0,2	0,7	1,8	2,4	3,5	12,3	0,89	**0,61**	0,59 - 0,62
Wohnort											
alte Länder *											
1990/91	3153	600	<0,2	0,5	1,6	2,1	3,0	12,2	0,73	**0,46**	0,44 - 0,47
1998	3168	393	<0,2	0,7	1,8	2,5	3,5	12,3	0,90	**0,60**	0,58 - 0,62
neue Länder *											
1991/92	804	37	0,3	0,8	1,6	2,0	2,7	9,1	0,91	**0,71**	0,68 - 0,75
1998	805	71	0,2	0,7	1,7	2,2	3,3	7,3	0,86	**0,62**	0,59 - 0,66
Häufigkeit des Fischkonsums											
max. 3-mal im Monat											
1990/92	2318	427	<0,2	0,5	1,4	1,7	2,3	6,7	0,66	**0,44**	0,42 - 0,46
1998	1871	305	<0,2	0,5	1,5	1,9	2,8	12,3	0,72	**0,48**	0,46 - 0,50
häufiger als 3-mal im Monat *											
1990/92	1636	210	<0,2	0,7	1,9	2,4	3,6	12,2	0,92	**0,60**	0,58 - 0,63
1998	2096	158	0,3	0,8	2,1	2,7	4,0	11,4	1,05	**0,75**	0,72 - 0,77

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Anzahl der Werte unter der Bestimmungsgrenze (BG = 0,2 µg/l); P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel; KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM; Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt; * = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0{,}001$) nach t-Test bzw. Varianzanalyse

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

Zusammenfassend ist festzustellen, dass für den mittleren Quecksilbergehalt im Blut und im Urin im Zeitraum zwischen 1990/92 und 1998 unterschiedliche Veränderungen zu beobachten sind. Der Quecksilbergehalt im Blut hat zwar bezogen auf die Gesamtbevölkerung zugenommen. Bei der Bevölkerung aus den neuen Bundesländern hat er sich jedoch bei dem Teil der Bevölkerung, der relativ selten Fisch ist, deutlich verringert. Bei der Bevölkerung der alten Bundesländer hat er sich bei dem Teil der Bevölkerung, der relativ viel Fisch konsumiert, deutlich erhöht. Bezogen auf die Gesamtbevölkerung hat sich der Quecksilbergehalt im Urin verringert. Dies gilt gleichermaßen für "Amalgam-" und "Nichtamalgamträger".

Tab. 3.4.5: Quecksilbergehalt im Urin (µg/l) der 25- bis 69-jährigen deutschen Bevölkerung in den Jahren 1990/92 und 1998

	N	n<BG	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Untersuchungszeitraum *											
Survey 1990/92	4002	799	<0,2	0,5	2,6	3,7	5,8	53,9	1,08	**0,53**	0,51 - 0,55
Survey 1998	4052	1255	<0,2	0,4	2,0	3,0	4,6	34,8	0,82	**0,40**	0,38 - 0,41
Wohnort											
alte Länder *											
1990/91	3192	705	<0,2	0,5	2,6	3,9	5,8	53,9	1,09	**0,51**	0,49 - 0,53
1998	3232	1005	<0,2	0,4	1,9	2,9	4,4	19,2	0,78	**0,39**	0,37 - 0,40
neue Länder *											
1991/92	810	94	<0,2	0,6	2,3	3,4	6,2	26,7	1,06	**0,59**	0,55 - 0,63
1998	820	249	<0,2	0,5	2,3	3,6	5,9	34,8	0,97	**0,44**	0,41 - 0,48
Zähne mit Amalgamfüllungen											
nein *											
1990/92	1320	472	<0,2	0,3	0,9	1,4	2,4	53,9	0,53	**0,27**	0,26 - 0,29
1998	1328	745	<0,2	<0,2	0,7	1,0	1,7	6,7	0,31	**0,19**	0,18 - 0,20
ja *											
1990/92	2511	293	<0,2	0,8	3,2	4,7	6,5	29,9	1,39	**0,74**	0,71 - 0,78
1998	2482	446	<0,2	0,6	2,5	3,6	5,4	34,8	1,08	**0,58**	0,56 - 0,61

Tab. 3.4.6: Quecksilbergehalt im Urin (µg/g Creatinin) der 25- bis 69-jährigen deutschen Bevölkerung in den Jahren 1990/92 und 1998

	N	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Untersuchungszeitraum *										
Survey 1990/92	4002	0,1	0,4	1,5	2,2	3,1	73,5	0,70	**0,39**	0,37 - 0,40
Survey 1998	4043	0,1	0,3	1,3	1,9	2,8	15,8	0,58	**0,33**	0,32 - 0,34
Wohnort										
alte Länder *										
1990/91	3192	0,1	0,4	1,6	2,2	3,2	73,5	0,71	**0,38**	0,37 - 0,39
1998	3223	0,1	0,3	1,3	1,8	2,6	15,8	0,55	**0,32**	0,31 - 0,33
neue Länder										
1991/92	810	0,1	0,4	1,4	2,0	3,1	13,6	0,65	**0,41**	0,38 - 0,44
1998	820	0,1	0,4	1,5	2,1	3,2	13,1	0,66	**0,36**	0,33 - 0,39
Zähne mit Amalgamfüllungen										
nein *										
1990/92	1320	0,1	0,2	0,7	1,0	1,8	73,5	0,44	**0,23**	0,22 - 0,24
1998	1325	0,1	0,2	0,5	0,7	1,1	9,5	0,26	**0,18**	0,17 - 0,19
ja *										
1990/92	2511	0,1	0,5	1,9	2,5	3,6	15,8	0,85	**0,51**	0,49 - 0,53
1998	2477	0,1	0,5	1,6	2,3	3,3	15,8	0,74	**0,45**	0,43 - 0,47

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Anzahl der Werte unter der Bestimmungsgrenze (BG = 0,2 µg/l); P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel; KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM; Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt;
* = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0{,}001$) nach t-Test bzw. Varianzanalyse

Quelle: UBA;Umwelt-Survey 1998

3.4.3 Diskussion

Der Quecksilbergehalt im Blut gilt im Allgemeinen als Maß für eine eher kurzzeitig zurückliegende Belastung mit Quecksilber. Blut gilt außerdem als geeignetes Medium, um die Belastung mit Methylquecksilber über den Fischkonsum zu erfassen. In Studien zur Ermittlung der Quecksilberbelastung einer Allgemeinbevölkerung lässt sich ein Einfluss der *Häufigkeit des Fischkonsums* auf den Quecksilbergehalt im Blut in der Regel nachweisen (z.B. Bensryd et al. 1994, Drexer und Schaller 1998, Grandjean et al. 1992, LANU 1997, Schweinsberg und Kroiher 1994, Svensson et al. 1992), so auch in den bisherigen Umwelt-Surveys (Krause et al. 1989, Krause et al. 1996). Im Rahmen der multivariaten Auswertungen zum Quecksilbergehalt im Blut des Umwelt-Surveys 1990/92 wurde festgestellt, dass für den Bereich der Bundesrepublik der Einfluss jedoch eher gering ist, da im Gegensatz zu Ländern mit traditionell hohem Fischkonsum -relativ wenig Fisch und vermutlich vergleichsweise gering belastete Spezies verzehrt werden (Becker et al. 1996).

Dass das Vorhandensein von *Zahnfüllungen aus Amalgam* einen deutlicheren Einfluss auf den Quecksilbergehalt im Urin als auf den Quecksilbergehalt im Blut hat, wurde auch in anderen Studien aufgezeigt (z.B. Jokstad et al. 1992, Kingman et al. 1998). Bei der multivariaten Auswertung der Daten des Umwelt-Surveys von 1992 und anderer Studien war die *Zahl der Zähne mit Amalgamfüllungen* der wesentlichste Prädiktor für den Quecksilbergehalt im Urin der Allgemeinbevölkerung (Akesson et al. 1991, Becker et al. 1996, Jokstadt et al. 1992, Langworth et al. 1991). In vorangegangenen Umwelt-Surveys war es jedoch nicht gelungen, einen Zusammenhang zwischen der Zahl der Zähne mit Amalgamfüllungen und dem Quecksilbergehalt im Blut bei Erwachsenen aufzuzeigen. Bei der nun vorliegenden Auswertung ist der Einfluss zwar gering, aber nachweisbar. Über die Gründe kann hier nur spekuliert werden (Verbesserung der Sorgfalt bei der Beantwortung der Frage nach der Zahl der Zähne mit Amalgamfüllungen, Aufweitung des Altersspektrums der Probanden).

Zusätzlich zu der *Zahl der Amalgamfüllungen* ist das *Alter der letzten Amalgamfüllung* für den Quecksilbergehalt im Urin von Bedeutung. Im Rahmen der multivariaten Auswertung der Daten des Umwelt-Surveys 1990/92 wurde dieser Zusammenhang entsprechend modelliert (Becker et al. 1996).

Die Frage nach der *Häufigkeit des Kaugummikauens* wurde 1998 neu in den Fragenkatalog des Umwelt-Surveys aufgenommen. Bei der nun vorliegenden deskriptiven Auswertung stellte sich heraus, dass Personen, die Amalgamfüllungen tragen und häufig Kaugummi kauen, einen höheren Quecksilbergehalt im Urin aufweisen als vergleichbare Personen, die dies weniger häufig tun. Auch mit dem Quecksilbergehalt im Blut ließ sich auf der deskriptiven Ebene ein Zusammenhang zeigen. Mechanische, chemische oder physikalische Belastungen der Amalgamfüllungen können zu einer verstärkten Freisetzung von Quecksilber aus den Amalgamen führen (Björkman und Lind 1992, Sällsten et al. 1996). Zu berücksichtigen ist allerdings auch, dass die Häufigkeit des Kauens von Kaugummi stark mit dem Lebensalter assoziiert ist. Eine Klärung der Zusammenhänge ist erst durch eine multivariate Analyse der Daten des Umwelt-Surveys 1998 möglich.

Ein Hinweis auf einen Zusammenhang zwischen der *Häufigkeit des Konsums von Alkohol* (nicht tabelliert) und dem Quecksilbergehalt im Blut hatte sich aus dem bisherigen Datenmaterial des Umwelt-Surveys nicht ableiten lassen. Bei der multivariaten Auswertung der Daten des Umwelt-Surveys 1990/92 war die konsumierte Alkoholmenge lediglich ein Prädiktor mit kleinem Effekt für den Quecksilbergehalt im Urin. Zwar finden sich in der Literatur Hinweise darauf, dass sich die Aufnahme von Quecksilber bei chronischem Alkoholkonsum verringert (WHO 1991), dies widerspricht jedoch den vorliegenden Ergebnissen eines höheren Quecksilbergehaltes bei häufigerem *Konsum von Wein/Sekt/Obstwein*. Andererseits ist über relevante Gehalte von Quecksilber in Wein oder Weinprodukten nichts bekannt. Zudem stellt sich die Frage, weshalb nur die *Häufigkeit des Wein/Sekt/Obstweinkonsums* zu einem signifikanten Zusammenhang führt und z.B. *die Häufigkeit des Bierkonsums* ohne Einfluss ist.

Dass der Quecksilbergehalt im Blut und im Urin von Größen wie dem *Haushaltseinkommen*, der *beruflichen Stellung* oder der *Schulbildung,* also im weitesten Sinne der sozialen Schicht abhängt, hatte sich sowohl im Rahmen der vorangegangenen Umwelt-Surveys (Becker et al. 1996) als auch in anderen Studien ergeben (Wetzel et al. 1994). Eine Erklärung für diese Zusammenhänge steht jedoch aus.

Mit dem *Lebensalter* nimmt der Quecksilbergehalt im Urin ab. In den multivariaten Auswertungen der Daten des 2. Umwelt-Surveys war das Lebensalter trotz der Tatsache, dass die Zahl der Amalgamfüllungen mit dem Alter abnimmt, ein eigenständiger Prädiktor (Becker et al. 1996). Auch in anderen Studien wurde von einem Absinken der Quecksilbergehalte im Urin und in der Niere mit dem Lebensalter berichtet (Akesson et al. 1991, Drasch 1992, Jokstadt et al. 1992), wobei bezüglich der Ursache auf die Assoziation zwischen der abnehmenden Zahl der Amalgamfüllungen und dem Lebensalter verwiesen wird.

Der *Vergleich der Ergebnisse aus den Jahren 1990/92 und 1998* hat gezeigt, dass sich der Quecksilbergehalt im Blut bei dem Teil der Bevölkerung der alten Bundesländer, der relativ viel Fisch konsumiert, erhöht hat. Ob sich möglicherweise die Art der konsumierten Fische und Fischprodukte hin zu quecksilberreicheren Produkten oder ob sich die Menge an verzehrtem Fisch verändert hat, kann an dieser Stelle nicht geklärt werden. In den neuen Bundesländern hat der Quecksilbergehalt im Blut abgenommen und liegt jetzt auf dem Niveau der alten Bundesländer. Über einen zeitlichen Trend der Belastung der Nahrungsmittel einschließlich des Fisches und der Fischprodukte, liegen für die neuen Bundesländer nur wenige repräsentative Angaben vor. Bei einer Auswertung von Duplikatstudien, die zwischen 1988 und 1996 durchgeführt wurden, konnten Schmidt et al. (1999) einen signifikanten Rückgang der Quecksilberzufuhr mit der Nahrung feststellen.

Der Quecksilbergehalt im Urin hat sich 1998 gegenüber 1990/92 verringert, und zwar auch bei Personen ohne Amalgamfüllungen in den Zähnen. Diese Abnahme der Quecksilbergehalte im Urin dürfte auf eine geringere ubiquitäre Verbreitung von Quecksilber zurückzuführen sein. Die Emission von Quecksilber ist zwischen 1990 und 1995 deutlich zurückgegangen, in den neuen Bundesländern von 80 t/a auf 12 t/a und in den alten Bundesländern von 32 t/a auf 19 t/a (UBA 1997).

Die im Umwelt-Survey 1998 ermittelten mittleren Quecksilbergehalte im Blut und im Urin werden -vorbehaltlich der bereits in Kapitel 2.3.7 formulierten Schwierigkeiten- in den **Tabellen 3.4.7** und **3.4.8** den Ergebnissen anderer Studien gegenübergestellt. Für den Bereich der Bundesrepublik lässt sich feststellen, dass je nach untersuchter Region, höhere (Schleswig-Holstein) oder geringere mittlere Quecksilbergehalte im Blut (Bayern) als im Umwelt-Survey festgestellt wurden. Dies dürfte die vermutlich unterschiedlichen Ernährungsgewohnheiten im Hinblick auf den Fischkonsum abbilden. Die in anderen deutschen Studien ermittelten Quecksilbergehalte im Urin bewegen sich in einem dem Umwelt-Survey vergleichbaren Bereich.

Tab. 3.4.7: Quecksilbergehalt im Blut der Bevölkerung in Deutschland und in anderen Ländern

Land (Autoren)	Jahr	Kollektiv	N	statistische Kenngrößen (µg/l)	
Deutschland					
Umwelt-Survey I (Krause et al. 1989)	1985/86	Allgemeinbevölkerung, 25-69 Jahre, alte Bundesländer	M,F: 2294	GM=0,46	95.P.=2,2
Umwelt-Survey II (Krause et al. 1996)	1990/92	Allgemeinbevölkerung; 25-69 Jahre	M,F: 3958	GM=0,51	95.P.=2,1
Umwelt-Survey III	1998	Allgemeinbevölkerung, 18-69 Jahre	M,F: 4645	GM=0,58	95.P.=2,3
(BAGS 1997 und 1999)	1991/92	Hamburg, , Untersuchungsprogramm Bille-Siedlung, Kontrollgebiete, 40-69 Jahre	M,F: 236	GM=0,60	95.P=3,1
(Heinrich et al. 1995)	1992/94	Bitterfeld, Hettstedt, Zerbst, 52-59 Jahre	F: 397	GM=0.42-0,64	95.P.=1,5-2,1
(LANU 1997)	1995/96	Schleswig Holstein, Pinneberg, 40-65 Jahre	M,F: 245	50.P.=1,9	95.P.=6,0
(Drexler und Schaller 1998)	1995/96	ländliche Region, Bayern, 20-41 Jahre	F: 145	50.P.=0,25	Max=2,5
Schweden					
(Bensryd et al. 1994)	1989/90	Südschweden, Farmer, 17-77 Jahre	M: 237	50.P.=2,6	Max=19
(Oskarsson et al. 1996)	?	Nordschweden, 30 ± 6 Jahre	F: 30	AM=2,3 µg/g	Max=4,6 µg/g
Tschechien					
(Benes et al. 2000)	1996/98	Erwachsene aus vier Städten, Tschech. Monitoring System	M.F: 1207	GM=0,67	95.P.=2,8
USA					
(Kingman et al. 1998)	1992	NIDR-Studie, 40-78 Jahre	M: 1127	GM=1,8	
(Komaromy-Hiller et al. 2000)		National Client Base, Allgemeinbevölkerung	M,F: 9994	50.P.=1,0	97,5.P.=4,0
(CDC 2001)	1999	NHANES, Allgemeinbevölkerung,16-49 Jahre	F: 679	GM=1,2	90.P.=6,2

Tab. 3.4.8: Quecksilbergehalt im Urin der Bevölkerung in Deutschland und in anderen Ländern

Land (Autoren)	Jahr	Kollektiv	N	statistische Kenngrößen	
Deutschland					
Umwelt-Survey I	1985/86	Allgemeinbevölkerung, 25-69 Jahre,	M,F: 2519	GM=0,52 µg/l	95.P.=3,0 µg/l
(Krause et al. 1989)		alte Bundesländer, Morgenurin	M,F: 2425	GM=0,38 µg/gCrea	95.P.=1,8 µg/gCrea
Umwelt-Survey II	1990/92	Allgemeinbevölkerung; 25-69 Jahre,	M,F: 4002	GM=0,54 µg/l	95.P.=3,9 µg/l
Krause et al. 1996)		Morgenurin	M,F: 4002	GM=0,39 µg/gCrea	95.P.=2,2 µg/gCrea
Umwelt-Survey III	1998	Allgemeinbevölkerung, 18-69 Jahre,	M,F: 4741	GM=0,43 µg/l	95.P.=3,3 µg/l
		Morgenurin	M,F: 4730	GM=0,34 µg/gCrea	95.P.=2,0 µg/gCrea
(BAGS 1997 und 1999)	1991/92	Hamburg, Untersuchungsprogramm Bille-Siedlung, Kontrollgebiete, 18-69 Jahre, 24h-Urin	M,F: 211	GM=0,48 µg/24h	95.P.=2,3 µg/24h
(Heinrich et al. 1995)	1992/94	Bitterfeld, Hettstedt, Zerbst, 52-59 Jahre	F: 399	GM=0,17-0,2 µg/l	95.P.=0,7-0,9 µg/l
(Gebel et al. 1998)	1994	Nordpfälzer Bergland, 1-89 Jahre	M,F: 199	50.P.=0,43 µg/24h	Max=2,9 µg/24h
		Südniedersachsen, 2-84 Jahre, 24h-Urin	M,F: 75	50.P.=0,35 µg/24h	Max=2,5 µg/24h
(LANU 1997)	1995/96	Schleswig Holstein, Pinneberg, 40-65 Jahre, Spontanurin	M,F: 245	50.P.=0,25 µg/l	95.P.=1,0 µg/l
(Drexler und Schaller 1998)	1995/96	ländliche Region, Bayern, 20-41 Jahre, Spontanurin	M,F: 145	50.P.=0,7 µg/l	Max=18,5 µg/l
(UBA 1999b)	1997	Bank für Human-Organproben, 24h-Urin			
		Münster, 15->39 Jahre	M,F: 113	50.P.=0,61 µg/l	95.P.=3,2 µg/l
		Halle, <14->39 Jahre	M,F: 116	50.P.=0,54 µg/l	95.P.=2,6 µg/l
		Greifswald, 20-39 Jahre	M,F: 114	50.P.=0,60 µg/l	95.P.=2,5 µg/l
		Ulm, 15->39 Jahre	M,F: 111	50.P.=0,27 µg/l	95.P.=2,2 µg/l
Italien					
(Soleo et al. 1998)	1997	Apulien, Teilnehmer einer Gesundheitsuntersuchung 18-65 Jahre, 2. Morgenurin	M,F: 103	AM=1,0 µg/gCrea	95.P.=2,4 µg/gCrea
Japan					
(Yamamura et al. 1994)	?	Kawasaki, 22-39 Jahre, Spontanurin	M: 130	GM=1,3 µg/gCrea	Max= 4,2 µg/gCrea

Tab. 3.4.8: - Fortsetzung -

Land (Autoren)	Jahr	Kollektiv	N	statistische Kenngrößen	
Niederlande			M: 124	50.P.=1,6 µg/gCrea	97,5.P.=72 µg/gCrea
(Fiolet et al. 1999)	1997	Allgemeinbevölkerung, 20-65 Jahre, Spontanurin	F: 172	50.P.=0,9 µg/gCrea	97,5.P.=12 µg/gCrea
Tschechien					
(NIPH 1997)	1996	Tschech. Monitoring System, Erwachsene aus 4 Städten, Morgenurin	M,F: 362	50.P.=0,8 µg/gCrea	90.P.=2,8 µg/gCrea
USA					
(Kingman et al. 1998)	1992	NIDR-Studie, 40-78 Jahre, Morgenurin	M: 1127	GM=1,9 µg/gCrea	
(Komaromy-Hiller et al. 2000)		National Client Base, Allgemeinbevölkerung	M,F: 2197	50.P.=1,0 µg/l	97,5.P.=7,0 µg/l

3.5 Umweltmedizinische Bewertung

Derzeit stehen für eine umweltmedizinische Bewertung der korporalen Blei-, Cadmium- und Quecksilberbelastung die von der Kommission Human-Biomonitoring festgelegten Human-Biomonitoring-(HBM)-Werte zur Verfügung (Kommission Human-Biomonitoring 1996b, 1998, 1999a). Für die Bewertung von Arsengehalten im Urin können die sogenannten WaBoLu-Kategorien (Krause et al. 1987) herangezogen werden.

Die HBM-Werte sind toxikologisch begründete Beurteilungswerte für die korporale Schadstoffbelastung, die mit Handlungsempfehlungen verbunden sind (Kommission Human-Biomonitoring 1996a).

Der HBM-I-Wert entspricht der höchsten Konzentration eines Stoffes in einem Körpermedium, die nach derzeitiger Bewertung unbedenklich ist. Für Gehalte unterhalb dieses Wertes ergibt sich somit aus toxikologischer Sicht kein Handlungsbedarf. Bei Konzentrationen zwischen dem HBM-I und dem HBM-II-Wert sind gesundheitliche Beeinträchtigungen nicht ausreichend sicher ausgeschlossen. Ein solcher Wert sollte Anlass sein, zunächst den Wert zu kontrollieren und bei Bestätigung der Ursache nachzugehen. Die Belastung sollte gegebenenfalls unter vertretbarem Aufwand vermindert werden. Bei Überschreiten des HBM-II-Wertes ist eine gesundheitliche Beeinträchtigung möglich und es besteht ein akuter Handlungsbedarf zur Reduktion der Belastung. Außerdem ist eine umweltmedizinische Betreuung zu veranlassen. Eine Kontrolle der Werte ist natürlich auch hier anzuraten.

Bei den WaBoLu-Bewertungskategorien werden drei Kategorien unterschieden. Liegt ein gemessener Gehalt innerhalb der Kategorie I, so ist er als unauffälliger Wert zu betrachten. Ist ein Gehalt der Kategorie II zuzuordnen, so liegt ein erhöhter Wert vor, für den zwar eine Gesundheitsgefährdung nicht erkennbar, eine Kontrolle aber dennoch zu empfehlen ist. Werte der Kategorie III stellen deutlich erhöhte Werte dar, für die eine Gesundheitsgefährdung auf längere Sicht nicht auszuschließen ist.

Den Personen, bei denen ein auffälliger Gehalt, also ein Wert ab dem HBM-I-Wert, an Arsen, Blei, Cadmium oder Quecksilber in Blut oder Urin festgestellt worden war, wurde zunächst angeboten, eine Nachuntersuchung durchzuführen. Ferner wurden die Probanden über mögliche Belastungsquellen informiert. Durch die Nachuntersuchung sollte zunächst geprüft werden, ob es sich bei der vorliegenden Belastung eventuell um eine vorübergehende und nicht chronische Belastung handelt. Außerdem sollte ein möglicher analytischer Effekt, d.h. ein zufälliger Analysefehler z.B. durch eine Kontamination der Probe, ausgeschlossen werden.

Allen Probanden, bei denen auch die Zweituntersuchung einen auffälligen Stoffgehalt in Blut oder Urin ergab, wurde angeraten, sich an eine umweltmedizinische Beratungsstelle oder einen Arzt zu wenden. Dieses Vorgehen war insofern erforderlich, da in einer so groß angelegten Studie wie dem Umwelt-Survey eine individuelle umweltmedizinische (möglichst vor Ort) Betreuung von einem zentralen Untersucher nicht leistbar ist.

Arsen

7,2 % der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung wiesen 1998 einen auffälligen **Arsengehalt** im Urin von mehr als 15 µg/l auf (**Tab. 3.5.1**). In den neuen Bundesländern ist der Anteil an Personen mit einem auffälligen Arsengehalt im Urin signifikant höher (10,3 %) als in den alten Bundesländern (6,4 %). Dies geht einher mit einem signifikant höheren mittleren Arsengehalt im Urin bei der Bevölkerung in den neuen Bundesländern (vgl. Kap. 3.1.1).

In diesem Zusammenhang sollte nochmals darauf hingewiesen werden, dass sich die hauptsächliche korporale Belastung mit Arsen über die Nahrung ergibt, wobei dem Körper vorwiegend organische Arsenverbindungen zugeführt werden, die ein geringeres toxikologisches Potential als anorganische Arsenverbindungen aufweisen. Zudem hat sich bei den Nachuntersuchungen zum Umwelt-Survey 1998 ergeben, dass es sich bei den vorkommenden Belastungen in den meisten Fällen um kurzfristige und nicht um chronische Belastungen durch Fischkonsum handelte, denn bei 84 % der Probanden mit einem auffälligen Befund ergab die Nachuntersuchung unauffällige Befunde. Den Probanden mit weiterhin auffälligem Befund wurde eine zweite Nachuntersuchung angeboten, dann jedoch mit der Bitte, vier Wochen vor der Probenahme keinen Fisch zu verzehren. Nur vier dieser Probanden wiesen weiterhin einen auffälligen Arsengehalt im Urin auf.

Im Vergleich zum Umwelt-Survey 1990/92 hat der Anteil der auffälligen Arsengehalte im Urin bei der 25- bis 69-jährigen deutschen Bevölkerung (der beiden Surveys gemeinsamen Personengruppe, vgl. Kap. 2.3.6) signifikant abgenommen. Dieser betrug 1990/92 16,1 %. 1998 dagegen beträgt er nur noch 7,4 %. Dieser Befund deckt sich mit dem Ergebnis eines deutlich abnehmenden mittleren Arsengehaltes im betrachteten Zeitraum (Kap. 3.1.2).

Blei

Für Frauen im gebärfähigen Alter (18 bis 45 Jahre) wurde für **Blei** ein HBM-I-Wert von 100 µg/l und ein HBM-II-Wert von 150 µg/l festgelegt (Kommission Human-Biomonitoring 1996b). Bei 0,7 % dieser Frauen (sechs Frauen aus den alten Bundesländern und zwei Frauen aus den neuen Bundesländern) werden diese Werte überschritten. Eine Differenzierung der HBM-I- und HBM-II-Wert-Überschreiter ist der **Tabelle 3.5.1** zu entnehmen. Frauen im gebärfähigen Alter gelten hinsichtlich einer Bleibelastung wegen der Gefährdung der nachfolgenden Generation als Risikogruppe.

Bei den übrigen Erwachsenen (Frauen über 45 Jahren und Männer zwischen 18 und 69 Jahren), wiesen 0,5 % einen Bleigehalt im Blut auf, der die HBM-Werte für diese Personengruppe von 150 µg/l und 250 µg/l überschreitet (**Tab. 3.5.1**). Der Anteil beträgt in den alten Bundesländern 0,4 % (11 Personen) und in den neuen Bundesländern 0,7 % (vier Personen).

Verglichen mit den prozentualen Anteilen der Bevölkerung in den alten Bundesländern mit auffälligen Bleigehalten im Blut kommen Überschreitungen in den neuen Bundesländern zwar häufiger vor, bei statistischer Testung erweist sich der Unterschied aber nicht als signifikant ($p>0{,}001$). Jedoch wird in den neuen Bundesländern im Rahmen des Umwelt-Surveys 1998 ein signifikant höherer mittlerer Bleigehalt im Blut festgestellt als in den alten Bundesländern (vgl. Kap. 3.2.1).

Beim Vergleich der Ergebnisse des Umwelt-Surveys 1990/92 und des Umwelt-Surveys 1998 - wiederum anhand der Gruppe der 25- bis 69-jährigen Deutschen (vgl. Kap. 2.3.6) - lässt sich für den Anteil der Personen mit einem auffälligen Bleiwert im Blut ein signifikanter Rückgang feststellen ($p \leq 0{,}001$). 1990/92 betrug der Anteil mit erhöhten Bleiwerten im Blut bei Frauen bis zu einem Alter von 45 Jahren 2,3 %, 1998 betrug er 0,6 %. Bei den übrigen Erwachsenen verringerte sich der entsprechende Anteil von 1,9 % auf 0,4 %. Dieser Rückgang geht einher mit dem deutlichen Rückgang des mittleren Bleigehaltes im Blut der Bevölkerung (vgl. Kap. 3.2.2).

Cadmium

Für den **Cadmiumgehalt im Blut** wurden von der Kommission Human-Biomonitoring keine HBM-Werte festgelegt, da die toxikologische Datenlage für die Ableitung nicht ausreichend war (Kommission Human-Biomonitoring 1998). Die HBM-Werte für den **Cadmiumgehalt im Urin** sind, wegen der Anreicherung von Cadmium in den Nieren und weil bei jüngeren Personen damit zu rechnen ist, dass sie im höheren Lebensalter kritische Konzentrationen erreichen können, nach Altersgruppen gestaffelt festgelegt. Für Kinder und Erwachsene bis zu 25 Jahren wurde ein HBM-I-Wert von 1 µg/g Creatinin festgelegt. Bei drei 18- bis 25-jährigen Personen aus den alten Bundesländern (0,5 %) ist dieser Wert überschritten (**Tab. 3.5.1**). Werte oberhalb des HBM-II-Wertes von 3 µg/g Creatinin kommen in dieser Altersgruppe nicht vor. Für Erwachsene ab einem Alter von 26 Jahren beträgt der HBM-I-Wert 2 µg/g Creatinin. Er ist bei 0,4 % der 26- bis 69-jährigen Erwachsenen überschritten. Der altersentsprechende HBM-II-Wert von 5 µg/g Creatinin wurde in einem Fall überschritten.

Zwar kommen auffällige Cadmiumwerte im Urin bei der Bevölkerung der alten Bundesländer häufiger vor als bei der Bevölkerung der neuen Bundesländer, von einem deutlichen Effekt kann aber, auch wegen der geringen Fallzahlen, nicht ausgegangen werden ($p > 0{,}001$). Der mittlere Cadmiumgehalt im Urin unterscheidet sich in den alten und neuen Bundesländern nicht signifikant (vgl. Kap. 3.3.1.2)

Beim Umwelt-Survey 1990/92 wiesen 1,5 % der 18- bis 25-Jährigen einen auffälligen Cadmiumwert im Urin auf. 1998 beträgt dieser Anteil 2,3 %. Diese Unterschiede sind nicht signifikant ($p > 0.001$). Bei den Personen ab 26 Jahren betragen die Anteile 0,6 % (1990/92) und 0,4 % (1998). Auch in Bezug auf den mittleren Cadmiumgehalt im Urin kann keine ausgeprägte Abnahme mit der Zeit festgestellt werden (vgl. Kap. 3.3.2)

Quecksilber

Der HBM-I-Wert für **Quecksilber im Blut** von 5 µg/l (Kommission Human-Biomonitoring 1999a) wird von 0,7 % der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung überschritten (0,7 % in den alten Bundesländern und 0,6 % in den neuen Bundesländern). Überschreitungen des HBM-II-Wertes von 15 µg/l im Blut kommen nicht vor (**Tab. 3.5.1**).

Der Anteil der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung mit einem **Quecksilbergehalt im Urin** von mehr als 5 µg/g Creatinin (HBM-I-Wert) beträgt 0,4 % (0,3 % in den alten und 0,6 % in den neuen Bundesländern). Überschreitungen des HBM-II-Wertes von 20 µg/g Creatinin kommen 1998 nicht vor (**Tab. 3.5.1**).

Der Anteil der Bevölkerung mit einem auffälligen Quecksilbergehalt im Blut oder im Urin unterscheidet sich in den alten und neuen Bundesländern nicht signifikant ($p>0,001$).

Zieht man für einen zeitlichen Vergleich den Anteil der 25- bis 69-jährigen deutschen Bevölkerung mit Gehalten an Quecksilber in Blut und Urin oberhalb der Beurteilungswerte heran, so lässt sich feststellen, dass sich der Anteil der Bevölkerung mit einem Quecksilbergehalt im Blut von mehr als 5 µg/l (HBM-I-Wert) oder mehr als 15 µg/l (HBM-II-Wert) von 0,4 % auf 0,7 % verändert hat. Der Anteil der 25- bis 69-jährigen Bevölkerung mit Quecksilbergehalten im Urin von mehr als 5 µg/g Creatinin (HBM-I-Wert) oder mehr als 20 µg/g Creatinin (HBM-II-Wert) hat von 0,5 % auf 0,3 % abgenommen. Diese Veränderungen bestätigen zwar die bei Vergleich der mittleren Quecksilbergehalte im Urin beschriebene zeitliche Tendenz (vgl. Kap. 3.4.2), erreichen bei statistischer Testung jedoch nicht das geforderte Signifikanzniveau ($p>0.001$).

Tab. 3.5.1: Prozentuale Anteile der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland mit erhöhten Arsen-, Blei-, Cadmium- oder Quecksilbergehalten in Blut und Urin, 1998

	Deutschland		Alte Länder		Neue Länder	
	N	%	n	%	n	%
Arsen im Urin						
Erwachsene						
WaBoLu-Kategorie I (< 15 µg/l)	4403	**92,9**	3599	93,6	804	89,7
WaBoLu-Kategorie II (15 bis 40 µg/l)	264	**5,6**	196	5,1	68	7,6
WaBoLu-Kategorie III (>40 µg/l)	74	**1,6**	50	1,3	24	2,7
Blei im Blut						
Frauen im gebährfähigen Alter (≤ 45 Jahre)						
bis HBM-I (100 µg/l)	1269	**99,3**	1040	99,4	229	99,1
zwischen HBM-I und HBM-II (>100 bis 150 µg/l)	5	**0,4**	4	0,4	1	0,5
über HBM-II (>150 µg/l)	3	**0,3**	2	0,2	1	0,5
Übrige Erwachsene						
bis HBM-I (150 µg/l)	3353	**99,6**	2711	99,6	642	99,3
zwischen HBM-I und HBM-II (>150 bis 250 µg/l)	13	**0,4**	10	0,4	3	0,5
über HBM-II (>250 µg/l)	2	**0,1**	1	0,03	1	0,2
Cadmium im Urin						
Erwachsene (≤ 25 Jahre)						
bis HBM-I (1 µg/g Crea.)	600	**99,5**	489	99,4	111	100,0
zwischen HBM-I und HBM-II (>1 bis 3 µg/g Crea.)	3	**0,5**	3	0,6	0	0,0
über HBM-II (>3 µg/g Crea.)	0	**0,0**	0	0,0	0	0,0
Erwachsene (> 25 Jahre)						
bis HBM-I (2 µg/g Crea)	4107	**99,5**	3325	99,5	782	99,6
zwischen HBM-I und HBM-II (>2 bis 5 µg/g Crea.)	18	**0,4**	15	0,5	3	0,4
über HBM-II (>5 µg/g Crea.)	1	**0,02**	1	0,03	0	0,0
Quecksilber im Blut						
Erwachsene (18 bis 69 Jahre)						
bis HBM-I (5 µg/l)	4613	**99,3**	3739	99,3	874	99,4
zwischen HBM-I und HBM-II (>5 bis 15 µg/l)	32	**0,7**	27	0,7	5	0,6
über HBM-II (über 15 µg/l)	0	**0,0**	0	0,0	0	0,0
Quecksilber im Urin						
Erwachsene (18 bis 69 Jahre)						
bis HBM-I (5 µg/g Crea.)	4712	**99,6**	3821	99,7	891	99,4
zwischen HBM-I und HBM-II (>5 bis 20 µg/g Crea.)	17	**0,4**	12	0,3	5	0,6
über HBM-II (über 20 µg/g Crea.)	0	**0,0**	0	0,0	0	0,0

Anmerkung: N, n = Anzahl der Personen; durch das Auf- und Abrunden der prozentualen Anteile ergibt die Summe der Anteile nicht immer exakt 100 %. Eine Übersicht über die definierten HBM-Werte findet sich bei: Kommission Human-Biomonitoring (2000).

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

4 Organochlorverbindungen im Blut

Im Rahmen des 3. Umwelt-Surveys wurden HCB (Hexachlorbenzol), Isomere des Hexachlorcyclohexans (α-, β- und γ-HCH), DDE (Dichlordiphenyldichlorethylen), als ein Metabolit des DDT (Dichlordiphenyltrichlorethan), und drei Kongenere der polychlorierten Biphenyle (PCB 138, PCB 153, PCB 180) im Blut der Bevölkerung in Deutschland untersucht. Alle diese Organochlorverbindungen fanden in der Vergangenheit intensive Anwendung und sind daher heute ubiquitär verbreitet.

HCB wurde vorwiegend als Fungizid für Saatgut eingesetzt. Daneben ist es als Verunreinigung in Pflanzenbehandlungsmitteln enthalten (WHO 1997). Die Anwendung als Saatgutbeizmittel ist in der Bundesrepublik seit 1975 und die als Pflanzenschutzmittel seit 1982 verboten. Technisches HCH, ein Gemisch der HCH-Isomere, wurde in der Bundesrepublik bis 1976 verwendet. Das insektizide γ-HCH war in diesem Gemisch nur zu ca. 15 % enthalten. γ-HCH wird noch in landwirtschaftlichen Kulturen sowie als Human- und Tierarzneimittel verwendet. DDT fand als Insektizid breite Anwendung in der Landwirtschaft. In der Bundesrepublik ist die Anwendung und Produktion seit Mitte der siebziger Jahre verboten. In der DDR kam es bis Ende 1988 zum Einsatz. In tropischen Ländern wird es noch heute zur Malariabekämpfung eingesetzt. PCB wurde aufgrund seiner chemischen und physikalischen Eigenschaften vielfältig verwendet, z.B. als Isolier-, Kühl- und Hydraulikflüssigkeit, als Weichmacher in Kunststoffen und Lacken, als Schneid- und Boröl, als Pestizidzusatz und als Bestandteil von dauerelastischen Dichtungsmassen. 1973 erfolgte in der Bundesrepublik eine Beschränkung der Verwendung auf geschlossene Systeme und seit 2000 ist auch die Verwendung in geschlossenen Systemen untersagt.

Organochlorverbindungen sind toxisch und reichern sich aufgrund ihrer Lipophilität in der Nahrungskette und im menschlichen Körperfett an. Entsprechend ist der wesentliche Belastungspfad für die nicht beruflich belastete Bevölkerung die Nahrung, speziell der Verzehr fettreicher tierischer Lebensmittel. Organochlorverbindungen werden im Magen- und Darmtrakt schnell resorbiert und innerhalb weniger Stunden auf lipidreiche Organe und Gewebe verteilt.

Aufgrund der langen Halbwertzeiten im menschlichen Körper kommt es mit dem Lebensalter zu einer Anreicherung in den Fettdepots. Für HCB wird von einer Halbwertzeit von 2 bis 3 Jahren ausgegangen (WHO 1997). Bei höherchlorierten Kongeneren des PCB wird sie mit 1 bis 5 Jahren angegeben (WHO 1993, Zimmermann und Schlatter 1995). Bezüglich der Halbwertzeit der Isomere des HCH wird β-HCH die vergleichsweise größte Neigung zur Akkumulation zugeschrieben (Krüger et al. 1997). Verlässliche Angaben liegen aber nur für γ-HCH vor. Bei chronischer Exposition wird ein Zeitraum von 8 bis 10 Tagen angenommen (DFG 1988, Sagunski und Perger 1994). Für DDE wird eine Halbwertzeit von 18 Monaten angenommen. DDE entsteht im Körper durch Dehydrochlorierung des DDT und wird wesentlich langsamer metabolisiert als DDT (Wuthe et al. 1997).

Im Folgenden werden die Verteilungen der Gehalte an PCB, DDE, HCB und HCH im Blut der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland und der nach stoffspezifischen Gliederungsmerkmalen definierten Bevölkerungsgruppen textlich beschrieben sowie graphisch und tabellarisch dargestellt.

4.1 Ergebnisse

Im Folgenden werden ergänzende Hinweise zu den analysierten Organochlorverbindungen gegeben und die Ergebnistabellen erläutert.

4.1.1 PCB

PCB sind komplexe Gemische aus 209 Kongeneren, die sich durch den Chlorierungsgrad und die Stellung der Chloratome im Molekül unterscheiden. Die PCB-Kongenere PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 138, PCB 153, PCB 180 dienen im allgemeinen als Leitsubstanzen zur Bestimmung von PCB in den Umweltmedien. Diese Auswahl erfolgte einerseits nach dem Vorkommen in den am häufigsten verwendeten PCB-Produkten sowie andererseits nach ihrer ausreichend zuverlässigen Analysierbarkeit (Beck und Mathar 1985). In der Nahrungskette verschiebt sich das Verteilungsmuster der Kongenere hin zu höher chlorierten PCB, so dass die Kongenere 28, 52 und 101 aufgrund der allgemein niedrigen Gehalte im Blut oder im Plasma nicht genügend genau nachgewiesen werden können. In der vorliegenden Auswertung werden daher PCB 138, PCB 153 und PCB 180 dargestellt. Sie repräsentieren ca. 60 % des PCB-Gesamtgehaltes in Humanproben (Kommission Human-Biomonitoring 1999c).

Die statistischen Kennwerte zur Beschreibung der Häufigkeitsverteilungen der PCB-Gehalte der Einzelverbindungen und ihrer Summe im Blut der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland im Jahr 1998 sind in den **Tabellen 4.1.1** bis **4.1.4** dargestellt. Die geometrischen Mittelwerte der PCB-Gehalte im Blut betragen für PCB 138: 0,42 µg/l, für PCB 153: 0,68 µg/l und für PCB 180: 0,44 µg/l.

Der mittlere Gehalt der Einzelsubstanzen und auch der Summe der PCB nimmt mit dem Lebensalter und mit zunehmendem Body Mass Index (BMI) signifikant zu. Ein Einfluss des BMI ist allerdings nicht in allen Altersgruppen gleich deutlich.

Eine Gewichtszunahme in den letzten 3 Jahren führt zu signifikant geringeren Gehalten an PCB im Blut. Außerdem sind die PCB-Gehalte abhängig vom Gesamtlipidgehalt im Blut.

Frauen weisen im Vergleich zu Männern einen geringeren Gehalt an PCB 180 im Blut auf. Bei den anderen PCB wird das geforderte Signifikanzniveau nicht erreicht.

Es können auch Zusammenhänge zwischen den PCB-Gehalten im Blut und regionalen Variablen aufgezeigt werden. Bei der Bevölkerung, deren Wohnort zum Zeitpunkt der Erhebung und 1988 in den alten Bundesländern lag und bei dem Teil der Bevölkerung, der in Nord-, Mittel- oder West-Europa und nicht in den übrigen Ländern geboren wurde, liegen höhere geometrische Mittelwerte der PCB-Gehalte vor.

Tab. 4.1.1 PCB 138 im Vollblut (µg/l) der 18 bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland

[Bestimmungsgrenze: 0,1 µg/l]

	N	n<BG	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Gesamt	2823	89	0,2	0,5	1,1	1,4	1,8	6,3	0,56	**0,42**	0,41 - 0,43
Geschlecht											
männlich	1424	34	0,2	0,4	1,1	1,4	2,0	5,2	0,57	**0,43**	0,41 - 0,44
weiblich	1399	55	0,2	0,5	1,1	1,3	1,6	6,3	0,56	**0,42**	0,40 - 0,44
Lebensalter *											
18-19 Jahre	109	20	<0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,6	0,15	**0,13**	0,12 - 0,15
20-29 Jahre	471	42	0,1	0,2	0,4	0,5	0,7	1,8	0,24	**0,20**	0,19 - 0,21
30-39 Jahre	659	20	0,2	0,3	0,7	0,8	1,0	5,2	0,40	**0,33**	0,32 - 0,35
40-49 Jahre	572	6	0,2	0,5	1,0	1,2	1,6	3,2	0,58	**0,49**	0,46 - 0,51
50-59 Jahre	542	1	0,3	0,7	1,3	1,5	1,9	3,4	0,76	**0,66**	0,63 - 0,69
60-69 Jahre	471	0	0,4	0,9	1,6	2,0	2,7	6,3	0,96	**0,82**	0,78 - 0,86
Body-Mass-Index *											
unter 25 kg/m²	1176	56	0,1	0,3	0,9	1,1	1,5	6,3	0,44	**0,33**	0,32 - 0,35
25 bis unter 30 kg/m²	1106	26	0,2	0,5	1,2	1,5	2,0	3,4	0,63	**0,48**	0,46 - 0,51
ab 30 kg/m²	529	7	0,2	0,6	1,3	1,5	2,0	5,2	0,68	**0,54**	0,51 - 0,57
Lebensalter x Body-Mass-Index											
20-29 Jahre											
BMI											
unter 25 kg/m²	315	26	0,1	0,2	0,4	0,5	0,6	1,8	0,25	**0,21**	0,20 - 0,22
25 bis unter 30 kg/m²	122	14	<0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	0,23	**0,19**	0,17 - 0,21
ab 30 kg/m²	32	2	<0,1	0,2	0,5	0,5		0,5	0,21	**0,18**	0,14 - 0,22
30-39 Jahre											
BMI											
unter 25 kg/m²	327	9	0,2	0,3	0,7	0,7	0,9	3,2	0,38	**0,33**	0,31 - 0,35
25 bis unter 30 kg/m²	234	8	0,2	0,3	0,6	0,8	1,1	1,4	0,38	**0,33**	0,30 - 0,35
ab 30 kg/m²	94	3	0,2	0,4	0,8	0,9	1,2	5,2	0,48	**0,38**	0,33 - 0,44
40-49 Jahre											
BMI											
unter 25 kg/m²	208	5	0,2	0,5	1,0	1,1	1,5	3,2	0,55	**0,46**	0,42 - 0,50
25 bis unter 30 kg/m²	237	1	0,2	0,5	1,0	1,5	2,0	3,2	0,60	**0,50**	0,46 - 0,54
ab 30 kg/m²	126	0	0,2	0,5	1,0	1,1	1,4	2,6	0,59	**0,51**	0,47 - 0,56
50-59 Jahre *											
BMI											
unter 25 kg/m²	141	0	0,3	0,6	1,2	1,3	1,5	1,7	0,65	**0,57**	0,52 - 0,62
25 bis unter 30 kg/m²	262	1	0,4	0,7	1,3	1,6	2,4	3,4	0,81	**0,71**	0,66 - 0,75
ab 30 kg/m²	136	0	0,3	0,7	1,3	1,5	1,9	2,5	0,77	**0,66**	0,59 - 0,72
60-69 Jahre											
BMI											
unter 25 kg/m²	95	0	0,4	0,9	1,8	2,2	4,9	6,3	1,03	**0,84**	0,75 - 0,95
25 bis unter 30 kg/m²	237	0	0,4	0,9	1,5	2,0	2,7	3,4	0,93	**0,81**	0,76 - 0,87
ab 30 kg/m²	137	0	0,4	0,8	1,6	2,0	2,5	4,2	0,94	**0,80**	0,73 - 0,88

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Anzahl der Werte unter der Bestimmungsgrenze (BG);
P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel;
GM =geometrisches Mittel; KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM;
Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt;
Altersgruppe 18-19 Jahre bei Merkmal Lebensalter x BMI aufgrund geringer Fallzahl nicht aufgeführt
* = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0{,}001$) nach t-Test bzw. Varianzanalyse

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

Tab. 4.1.1 (Fortsetzung):

	N	n<BG	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Gesamtlipide im Serum *											
bis 7 g/l	1703	82	0,1	0,3	0,8	1,0	1,3	6,3	0,42	**0,33**	0,32 - 0,34
über 7 bis 9 g/l	828	6	0,3	0,6	1,2	1,5	1,9	4,2	0,68	**0,56**	0,54 - 0,58
über 9 g/l	292	0	0,3	0,9	2,0	2,5	3,3	5,2	1,03	**0,83**	0,77 - 0,90
Gewichtsveränderung in den letzten 3 Jahren *											
abgenommen	376	11	0,2	0,5	1,2	1,5	2,5	6,3	0,63	**0,45**	0,41 - 0,49
unverändert	1434	29	0,2	0,5	1,1	1,4	2,0	4,2	0,60	**0,46**	0,45 - 0,48
zugenommen	962	47	0,1	0,4	1,0	1,2	1,5	3,2	0,49	**0,36**	0,35 - 0,38
Geburtsland *											
Mittel-, Nord- oder Westeuropa	2616	71	0,2	0,5	1,1	1,4	1,8	5,2	0,57	**0,44**	0,42 - 0,45
übrige Länder	200	17	0,1	0,3	0,8	1,0	1,8	6,3	0,41	**0,28**	0,25 - 0,31
Wohnort im Jahr 1998 *											
alte Länder	2289	72	0,2	0,5	1,2	1,4	2,0	6,3	0,59	**0,44**	0,43 - 0,45
neue Länder	534	17	0,1	0,4	0,8	1,0	1,3	1,9	0,44	**0,35**	0,33 - 0,38

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Anzahl der Werte unter der Bestimmungsgrenze (BG); P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM =geometrisches Mittel; KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM; Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt;
* = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0{,}001$) nach t-Test bzw. Varianzanalyse

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

Tab. 4.1.2 PCB 153 im Vollblut (µg/l) der 18 bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland

[Bestimmungsgrenze: 0,1 µg/l]

	N	n<BG	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Gesamt	2818	45	0,2	0,7	1,7	2,2	2,8	8,6	0,90	**0,68**	0,66 - 0,70
Geschlecht											
männlich	1422	20	0,3	0,7	1,8	2,3	3,0	6,8	0,92	**0,70**	0,67 - 0,73
weiblich	1397	25	0,2	0,7	1,7	2,1	2,5	8,6	0,87	**0,66**	0,63 - 0,69
Lebensalter *											
18-19 Jahre	107	7	0,1	0,2	0,4	0,4	0,7	0,9	0,24	**0,21**	0,19 - 0,23
20-29 Jahre	470	18	0,2	0,3	0,7	0,8	1,0	1,6	0,38	**0,32**	0,30 - 0,33
30-39 Jahre	659	15	0,3	0,6	1,1	1,2	1,5	6,8	0,63	**0,53**	0,50 - 0,55
40-49 Jahre	572	2	0,4	0,8	1,6	1,9	2,5	5,6	0,94	**0,79**	0,76 - 0,83
50-59 Jahre	541	3	0,6	1,1	2,0	2,4	2,8	5,8	1,23	**1,08**	1,03 - 1,13
60-69 Jahre	470	0	0,7	1,3	2,5	3,1	3,9	8,6	1,51	**1,31**	1,24 - 1,37
Body-Mass-Index*											
unter 25 kg/m²	1173	24	0,2	0,6	1,4	1,8	2,3	8,6	0,73	**0,55**	0,52 - 0,57
25 bis unter 30 kg/m²	1106	17	0,3	0,9	1,9	2,3	2,9	5,8	1,00	**0,77**	0,74 - 0,81
ab 30 kg/m²	528	4	0,3	0,9	2,0	2,4	3,2	6,8	1,05	**0,83**	0,79 - 0,89
Lebensalter x Body-Mass-Index											
20-29 Jahre											
BMI											
unter 25 kg/m²	314	11	0,2	0,4	0,7	0,8	1,0	1,4	0,39	**0,33**	0,31 - 0,35
25 bis unter 30 kg/m²	122	6	0,1	0,3	0,7	0,9	1,0	1,6	0,36	**0,29**	0,26 - 0,33
ab 30 kg/m²	32	2	0,1	0,3	0,7	0,8		0,8	0,33	**0,26**	0,21 - 0,34
30-39 Jahre											
BMI											
unter 25 kg/m²	326	6	0,3	0,6	1,0	1,2	1,4	4,1	0,62	**0,53**	0,49 - 0,56
25 bis unter 30 kg/m²	234	8	0,3	0,5	1,0	1,2	1,8	2,1	0,60	**0,50**	0,46 - 0,55
ab 30 kg/m²	94	1	0,3	0,6	1,1	1,3	2,0	6,8	0,72	**0,60**	0,53 - 0,68
40-49 Jahre											
BMI											
unter 25 kg/m²	208	2	0,4	0,9	1,5	1,9	2,3	4,4	0,93	**0,79**	0,72 - 0,86
25 bis unter 30 kg/m²	237	0	0,4	0,8	1,7	2,1	3,0	5,6	0,96	**0,80**	0,75 - 0,86
ab 30 kg/m²	126	0	0,4	0,8	1,5	1,8	2,1	4,6	0,90	**0,78**	0,71 - 0,86
50-59 Jahre											
BMI											
unter 25 kg/m²	141	0	0,5	1,0	2,0	2,3	2,4	2,5	1,12	**0,99**	0,91 - 1,08
25 bis unter 30 kg/m²	262	2	0,7	1,1	2,1	2,4	3,0	5,8	1,30	**1,15**	1,07 - 1,22
ab 30 kg/m²	136	0	0,5	1,1	2,2	2,6	3,1	3,6	1,23	**1,05**	0,95 - 1,16
60-69 Jahre											
BMI											
unter 25 kg/m²	95	0	0,8	1,4	2,9	3,3	6,8	8,6	1,63	**1,40**	1,26 - 1,55
25 bis unter 30 kg/m²	237	0	0,7	1,4	2,4	3,0	3,9	5,4	1,50	**1,32**	1,23 - 1,41
ab 30 kg/m²	136	0	0,6	1,2	2,5	3,1	4,3	4,9	1,42	**1,22**	1,11 - 1,34

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Anzahl der Werte unter der Bestimmungsgrenze (BG);
P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel;
GM =geometrisches Mittel; KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM;
Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt;
Altersgruppe 18-19 Jahre bei Merkmal Lebensalter x BMI aufgrund geringer Fallzahl nicht aufgeführt
* = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0{,}001$) nach t-Test bzw. Varianzanalyse

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

Tab. 4.1.2 (Fortsetzung):

	N	n<BG	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Gesamtlipide im Serum *											
bis 7 g/l	1702	40	0,2	0,6	1,3	1,6	2,0	3,3	0,68	**0,53**	0,51 - 0,55
über 7 bis 9 g/l	827	4	0,4	0,9	1,9	2,4	2,8	4,9	1,08	**0,90**	0,86 - 0,94
über 9 g/l	290	0	0,6	1,4	3,0	3,9	5,4	8,6	1,65	**1,32**	1,22 - 1,43
Gewichtsveränderung in den letzten 3 Jahren *											
abgenommen	376	9	0,2	0,8	2,0	2,4	3,2	8,6	0,99	**0,70**	0,64 - 0,77
unverändert	1431	16	0,3	0,8	1,8	2,3	2,9	5,8	0,96	**0,75**	0,72 - 0,78
zugenommen	963	17	0,2	0,6	1,5	1,9	2,4	4,1	0,78	**0,59**	0,56 - 0,62
Geburtsland *											
Mittel-, Nord- oder Westeuropa	2611	39	0,3	0,8	1,8	2,2	2,8	8,6	0,92	**0,70**	0,68 - 0,72
übrige Länder	200	6	0,1	0,4	1,4	1,7	1,9	4,3	0,61	**0,44**	0,39 - 0,49
Wohnort im Jahr 1998 *											
alte Länder	2289	35	0,3	0,8	1,8	2,3	3,0	8,6	0,95	**0,71**	0,69 - 0,74
neue Länder	529	10	0,2	0,6	1,2	1,5	1,8	2,9	0,68	**0,55**	0,52 - 0,58

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Anzahl der Werte unter der Bestimmungsgrenze (BG);
P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel;
GM =geometrisches Mittel; KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM;
Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt;
* = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0{,}001$) nach t-Test bzw. Varianzanalyse

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

Tab. 4.1.3 PCB 180 im Vollblut (µg/l) der 18 bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland

[Bestimmungsgrenze: 0,1 µg/l]

	N	n<BG	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Gesamt	2822	160	0,1	0,5	1,3	1,5	1,9	9,2	0,61	**0,44**	0,42 - 0,45
Geschlecht *											
männlich	1424	63	0,2	0,5	1,3	1,6	2,2	4,2	0,66	**0,47**	0,45 - 0,49
weiblich	1399	97	0,1	0,5	1,2	1,4	1,7	9,2	0,57	**0,40**	0,39 - 0,42
Lebensalter *											
18-19 Jahre	109	50	<0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6	0,12	**0,10**	<0,1 - 0,11
20-29 Jahre	471	83	<0,1	0,2	0,4	0,5	0,7	1,2	0,22	**0,17**	0,16 - 0,18
30-39 Jahre	658	16	0,2	0,4	0,7	0,8	1,0	4,2	0,41	**0,34**	0,33 - 0,36
40-49 Jahre	572	8	0,3	0,5	1,1	1,4	1,7	3,6	0,64	**0,53**	0,50 - 0,56
50-59 Jahre	542	2	0,4	0,8	1,5	1,7	2,1	3,8	0,89	**0,77**	0,73 - 0,81
60-69 Jahre	471	0	0,4	0,9	1,7	2,1	2,8	9,2	1,06	**0,91**	0,86 - 0,95
Body-Mass-Index *											
unter 25 kg/m²	1175	100	0,1	0,4	1,1	1,4	1,7	9,2	0,51	**0,35**	0,33 - 0,37
25 bis unter 30 kg/m²	1107	41	0,2	0,6	1,4	1,7	2,1	4,1	0,70	**0,52**	0,49 - 0,54
ab 30 kg/m²	529	19	0,2	0,5	1,3	1,5	1,8	4,2	0,65	**0,50**	0,46 - 0,53
Lebensalter x Body-Mass-Index											
20-29 Jahre											
BMI											
unter 25 kg/m²	315	43	<0,1	0,2	0,4	0,5	0,7	1,2	0,23	**0,18**	0,17 - 0,20
25 bis unter 30 kg/m²	122	26	<0,1	0,2	0,4	0,6	0,7	0,9	0,21	**0,16**	0,14 - 0,18
ab 30 kg/m²	32	13	<0,1	0,1	0,4	0,5		0,5	0,17	**0,12**	0,09 - 0,16
30-39 Jahre											
BMI											
unter 25 kg/m²	326	8	0,2	0,4	0,7	0,9	1,0	3,2	0,43	**0,36**	0,34 - 0,38
25 bis unter 30 kg/m²	234	5	0,2	0,3	0,7	0,9	1,1	1,7	0,39	**0,33**	0,30 - 0,35
ab 30 kg/m²	94	3	0,2	0,4	0,6	0,8	1,1	4,2	0,41	**0,33**	0,29 - 0,38
40-49 Jahre											
BMI											
unter 25 kg/m²	208	6	0,2	0,6	1,1	1,4	1,7	3,5	0,67	**0,55**	0,51 - 0,61
25 bis unter 30 kg/m²	237	2	0,3	0,5	1,2	1,5	2,1	3,6	0,67	**0,55**	0,50 - 0,59
ab 30 kg/m²	126	1	0,2	0,5	1,0	1,1	1,4	3,0	0,55	**0,46**	0,42 - 0,51
50-59 Jahre *											
BMI											
unter 25 kg/m²	141	1	0,4	0,8	1,5	1,7	2,0	3,0	0,88	**0,77**	0,70 - 0,84
25 bis unter 30 kg/m²	262	1	0,4	0,8	1,5	1,8	2,5	3,8	0,94	**0,83**	0,78 - 0,88
ab 30 kg/m²	136	0	0,3	0,7	1,4	1,7	1,8	2,2	0,79	**0,66**	0,60 - 0,74
60-69 Jahre *											
BMI											
unter 25 kg/m²	95	0	0,5	1,0	1,9	2,3	5,9	9,2	1,25	**1,04**	0,93 - 1,16
25 bis unter 30 kg/m²	237	0	0,5	1,0	1,7	2,2	2,6	4,1	1,07	**0,94**	0,88 - 1,00
ab 30 kg/m²	137	0	0,4	0,8	1,5	1,8	2,7	4,0	0,90	**0,77**	0,70 - 0,84

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Anzahl der Werte unter der Bestimmungsgrenze (BG);
P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel;
GM =geometrisches Mittel; KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM;
Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt;
Altersgruppe 18-19 Jahre bei Merkmal Lebensalter x BMI aufgrund geringer Fallzahl nicht aufgeführt
* = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0{,}001$) nach t-Test bzw. Varianzanalyse

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

Tab. 4.1.3 (Fortsetzung):

	N	n<BG	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Gesamtlipide im Serum *											
bis 7 g/l	1703	148	0,1	0,4	0,9	1,2	1,5	9,2	0,47	**0,33**	0,32 - 0,35
über 7 bis 9 g/l	828	11	0,3	0,7	1,3	1,6	2,0	3,6	0,75	**0,61**	0,58 - 0,64
über 9 g/l	292	1	0,3	1,0	1,9	2,6	3,6	5,5	1,10	**0,86**	0,79 - 0,94
Gewichtsveränderung in den letzten 3 Jahren *											
abgenommen	376	26	0,1	0,5	1,4	1,6	2,5	9,2	0,69	**0,45**	0,40 - 0,49
unverändert	1434	50	0,2	0,5	1,3	1,7	2,1	4,1	0,67	**0,50**	0,48 - 0,52
zugenommen	963	77	0,1	0,4	1,1	1,3	1,6	3,2	0,51	**0,36**	0,34 - 0,38
Geburtsland *											
Mittel-, Nord- oder Westeuropa	2615	127	0,2	0,5	1,3	1,5	1,9	5,5	0,63	**0,45**	0,44 - 0,47
übrige Länder	200	33	<0,1	0,3	0,9	1,3	2,0	9,2	0,45	**0,26**	0,22 - 0,30
Wohnort im Jahr 1998 *											
alte Länder	2290	125	0,1	0,5	1,3	1,6	2,1	9,2	0,66	**0,47**	0,45 - 0,49
neue Länder	532	35	0,1	0,4	0,8	0,9	1,2	1,9	0,41	**0,32**	0,30 - 0,34

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Anzahl der Werte unter der Bestimmungsgrenze (BG); P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM =geometrisches Mittel; KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM; Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt;
* = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0{,}001$) nach t-Test bzw. Varianzanalyse

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

Tab. 4.1.4 Summe PCB im Vollblut (µg/l) der 18 bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland

	N	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Gesamt	2815	0,6	1,7	4,0	5,0	6,4	18,8	2,07	**1,57**	1,52 - 1,61
Geschlecht										
männlich	1421	0,6	1,7	4,2	5,3	6,8	16,2	2,15	**1,63**	1,56 - 1,69
weiblich	1395	0,5	1,6	3,9	4,7	5,6	18,8	2,00	**1,51**	1,45 - 1,58
Lebensalter *										
18-19 Jahre	107	0,3	0,5	0,8	0,9	1,2	2,1	0,51	**0,46**	0,42 - 0,50
20-29 Jahre	470	0,3	0,7	1,5	1,9	2,3	3,6	0,84	**0,71**	0,67 - 0,75
30-39 Jahre	656	0,7	1,3	2,4	2,7	3,6	16,2	1,44	**1,24**	1,18 - 1,29
40-49 Jahre	572	0,9	1,9	3,6	4,4	6,1	12,0	2,16	**1,83**	1,75 - 1,92
50-59 Jahre	541	1,4	2,6	4,8	5,5	6,4	12,7	2,88	**2,53**	2,43 - 2,65
60-69 Jahre	470	1,5	3,1	5,6	6,9	9,5	18,8	3,52	**3,06**	2,91 - 3,20
Body-Mass-Index *										
unter 25 kg/m²	1172	0,5	1,3	3,3	4,2	5,5	18,8	1,69	**1,26**	1,21 - 1,32
25 bis unter 30 kg/m²	1105	0,7	2,0	4,3	5,4	6,8	12,7	2,34	**1,81**	1,73 - 1,89
ab 30 kg/m²	528	0,8	2,0	4,4	5,5	6,7	16,2	2,37	**1,89**	1,78 - 2,01
Lebensalter x Body-Mass-Index										
20-29 Jahre										
BMI										
unter 25 kg/m²	314	0,4	0,8	1,5	1,9	2,2	3,6	0,87	**0,75**	0,70 - 0,79
25 bis unter 30 kg/m²	122	0,3	0,7	1,4	2,0	2,5	3,1	0,79	**0,66**	0,59 - 0,73
ab 30 kg/m²	32	0,2	0,6	1,5	1,7		1,8	0,71	**0,58**	0,47 - 0,73
30-39 Jahre										
BMI										
unter 25 kg/m²	326	0,6	1,3	2,3	2,6	3,5	10,5	1,43	**1,24**	1,17 - 1,32
25 bis unter 30 kg/m²	233	0,7	1,2	2,4	2,9	3,9	4,8	1,38	**1,19**	1,11 - 1,28
ab 30 kg/m²	94	0,7	1,4	2,6	2,9	4,3	16,2	1,61	**1,33**	1,18 - 1,50
40-49 Jahre										
BMI										
unter 25 kg/m²	208	0,8	2,0	3,6	4,2	5,8	11,0	2,15	**1,83**	1,68 - 1,98
25 bis unter 30 kg/m²	237	0,9	1,9	3,9	5,1	6,8	12,0	2,23	**1,86**	1,73 - 2,01
ab 30 kg/m²	126	0,9	1,8	3,4	3,9	4,4	10,1	2,04	**1,77**	1,62 - 1,95
50-59 Jahre										
BMI										
unter 25 kg/m²	141	1,3	2,4	4,5	5,2	5,8	6,3	2,65	**2,36**	2,17 - 2,56
25 bis unter 30 kg/m²	262	1,5	2,7	5,0	5,7	8,3	12,7	3,05	**2,71**	2,55 - 2,88
ab 30 kg/m²	136	1,2	2,5	5,0	6,0	6,4	7,5	2,78	**2,39**	2,17 - 2,63
60-69 Jahre										
BMI										
unter 25 kg/m²	95	1,6	3,2	6,3	7,5	18,8	18,8	3,91	**3,32**	2,98 - 3,69
25 bis unter 30 kg/m²	237	1,5	3,3	5,5	7,0	9,2	12,4	3,50	**3,09**	2,90 - 3,30
ab 30 kg/m²	136	1,4	2,7	5,6	6,7	9,9	12,8	3,26	**2,81**	2,57 - 3,08

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Anzahl der Werte unter der Bestimmungsgrenze (BG);
P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel;
GM =geometrisches Mittel; KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM;
Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt;
Altersgruppe 18-19 Jahre bei Merkmal Lebensalter x BMI aufgrund geringer Fallzahl nicht aufgeführt
* = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0{,}001$) nach t-Test bzw. Varianzanalyse
Summe PCB: PCB 138, PCB 153, PCB180

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

Tab. 4.1.4 (Fortsetzung):

	N	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Gesamtlipide im Serum *										
bis 7 g/l	1699	0,5	1,3	3,1	3,7	4,5	18,7	1,57	**1,22**	1,18 - 1,26
über 7 bis 9 g/l	827	0,9	2,2	4,4	5,4	6,5	12,8	2,51	**2,09**	2,00 - 2,18
über 9 g/l	290	1,3	3,3	6,6	9,2	11,9	18,8	3,79	**3,05**	2,82 - 3,29
Gewichtsveränderung in den letzten 3 Jahren *										
abgenommen	376	0,5	1,7	4,4	5,5	8,3	18,8	2,31	**1,64**	1,50 - 1,78
unverändert	1431	0,7	1,9	4,2	5,3	6,7	12,8	2,24	**1,75**	1,68 - 1,81
zugenommen	961	0,5	1,5	3,5	4,4	5,5	10,5	1,77	**1,34**	1,28 - 1,41
Geburtsland *										
Mittel-, Nord- oder Westeuropa	2608	0,6	1,7	4,1	5,1	6,4	18,8	2,12	**1,62**	1,58 - 1,67
übrige Länder	200	0,3	1,0	3,2	3,9	6,3	18,7	1,47	**1,00**	0,89 - 1,13
Wohnort im Jahr 1998 *										
alte Länder	2288	0,6	1,8	4,2	5,3	6,7	18,8	2,20	**1,65**	1,60 - 1,71
neue Länder	528	0,5	1,4	2,8	3,3	4,4	6,5	1,53	**1,25**	1,19 - 1,33

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Anzahl der Werte unter der Bestimmungsgrenze (BG);
P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel;
GM =geometrisches Mittel; KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM;
Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt;
* = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0{,}001$) nach t-Test bzw. Varianzanalyse

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

4.1.2 DDE

Die statistischen Kennwerte zur Beschreibung der Häufigkeitsverteilung der im Blut der 18-bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland analysierten DDE-Gehalte im Jahr 1998 sind in **Tabelle 4.1.5** dargestellt. Da der mittlere DDE-Gehalt im Blut der Bevölkerung der neuen Bundesländer (3,4 µg/l) auf einem deutlich höheren Niveau als in den alten Bundesländern (1,3 µg/l) liegt, wird die tabellarische Deskription auch getrennt für die Bevölkerung der alten und der neuen Bundesländer vorgenommen (**Tab. 4.1.6** und **Tab. 4.1.7**).

Frauen weisen einen höheren DDE-Gehalt im Blut auf als Männer. Das geforderte Signifikanzniveau wird allerdings nur bei gesamtdeutscher Betrachtung erreicht. In den alten und neuen Bundesländern nimmt der mittlere DDE-Gehalt mit dem Lebensalter zu. Ein höherer BMI geht mit einem höheren DDE-Gehalt im Blut einher. Dies gilt für fast alle Altersklassen. Außerdem sind die Gehalte abhängig vom Gesamtlipidgehalt im Blut. Eine Gewichtszunahme in den letzten 3 Jahren führt bei der Bevölkerung in den alten Bundesländern zu einem signifikant geringeren DDE-Gehalt im Blut.

Derjenige Teil der Bevölkerung, der außerhalb von Nord-, Mittel- oder West-Europa geboren wurde und der Teil der Bevölkerung, dessen Wohnort 1998 und 1988 in den neuen Bundesländern lag, weist einen höheren mittleren DDE-Gehalt auf (**Tab. 4.1.5**). Für Personen, die 1998 in den neuen Bundesländern lebten, sind für die Kategorien Wohnort 1988 in den alten Bundesländern und Geburtsland in den übrigen Ländern nur geringe Fallzahlen vorhanden, so dass auf eine Tabellierung verzichtet wurde.

Tab. 4.1.5: DDE im Vollblut (µg/l) der 18 bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland

[Bestimmungsgrenze: 0,1 µg/l]

	N	n<BG	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KIGM
Gesamt	2824	7	0,5	1,5	6,0	8,7	13,2	45,0	2,62	**1,58**	1,53 - 1,64
Geschlecht *											
männlich	1424	5	0,4	1,4	5,5	7,8	11,7	38,0	2,37	**1,48**	1,40 - 1,55
weiblich	1400	3	0,5	1,6	6,8	9,7	13,8	45,0	2,89	**1,70**	1,61 - 1,79
Lebensalter *											
18-19 Jahre	109	0	0,2	0,5	1,5	2,0	3,1	3,2	0,74	**0,58**	0,51 - 0,66
20-29 Jahre	471	1	0,3	0,7	2,1	2,7	4,3	15,2	1,04	**0,77**	0,72 - 0,82
30-39 Jahre	660	2	0,5	1,2	3,9	5,4	8,9	38,0	1,83	**1,23**	1,15 - 1,31
40-49 Jahre	572	1	0,7	1,8	6,4	9,1	13,2	22,4	2,89	**1,91**	1,78 - 2,06
50-59 Jahre	542	3	0,7	2,2	7,4	10,1	13,4	20,2	3,30	**2,25**	2,08 - 2,43
60-69 Jahre	471	0	1,0	2,9	10,6	14,1	18,2	45,0	4,65	**3,12**	2,88 - 3,38
Body-Mass-Index *											
unter 25 kg/m²	1176	6	0,4	1,1	3,8	5,9	9,5	40,1	1,85	**1,13**	1,07 - 1,19
25 bis unter 30 kg/m²	1108	2	0,5	1,8	6,4	9,1	13,4	27,7	2,87	**1,82**	1,72 - 1,92
ab 30 kg/m²	529	0	0,8	2,5	8,7	12,1	14,9	45,0	3,84	**2,50**	2,31 - 2,71
Lebensalter x Body-Mass-Index											
20-29 Jahre											
BMI											
unter 25 kg/m²	315	1	0,3	0,7	2,2	2,9	4,9	15,2	1,11	**0,80**	0,74 - 0,87
25 bis unter 30 kg/m²	122	0	0,3	0,7	2,0	2,4	3,2	4,2	0,91	**0,71**	0,62 - 0,80
ab 30 kg/m²	32	0	0,2	0,7	1,9	2,9		3,8	0,89	**0,66**	0,50 - 0,86
30-39 Jahre *											
BMI											
unter 25 kg/m²	327	1	0,4	1,1	3,3	4,9	8,5	38,0	1,65	**1,11**	1,01 - 1,22
25 bis unter 30 kg/m²	235	1	0,5	1,1	3,9	5,5	8,2	27,7	1,82	**1,22**	1,10 - 1,36
ab 30 kg/m²	94		0,8	1,6	5,2	8,8	9,7	11,6	2,45	**1,79**	1,53 - 2,09
40-49 Jahre *											
BMI											
unter 25 kg/m²	208	1	0,5	1,4	4,7	7,7	11,6	19,7	2,25	**1,49**	1,31 - 1,68
25 bis unter 30 kg/m²	237	0	0,7	1,8	6,7	11,5	15,1	22,4	3,11	**2,03**	1,81 - 2,28
ab 30 kg/m²	126	0	0,9	2,7	8,1	9,6	12,5	14,9	3,57	**2,62**	2,27 - 3,02
50-59 Jahre *											
BMI											
unter 25 kg/m²	141	2	0,5	1,4	5,2	7,9	13,1	19,5	2,38	**1,53**	1,30 - 1,79
25 bis unter 30 kg/m²	262	1	0,9	2,5	7,6	10,6	13,5	18,4	3,54	**2,51**	2,26 - 2,79
ab 30 kg/m²	136	0	0,8	2,7	8,5	11,3	14,7	20,2	3,79	**2,68**	2,32 - 3,09
60-69 Jahre *											
BMI											
unter 25 kg/m²	95	0	1,0	2,2	8,7	17,6	33,7	40,1	4,34	**2,58**	2,13 - 3,12
25 bis unter 30 kg/m²	237	0	1,0	2,8	8,9	12,2	14,3	26,8	4,08	**2,89**	2,60 - 3,22
ab 30 kg/m²	137	0	1,5	3,8	13,5	16,8	20,0	45,0	5,87	**4,04**	3,50 - 4,67

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Anzahl der Werte unter der Bestimmungsgrenze (BG);
P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel;
GM =geometrisches Mittel; KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM;
Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt;
Altersgruppe 18-19 Jahre bei Merkmal Lebensalter x BMI aufgrund geringer Fallzahl nicht aufgeführt
* = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0{,}001$) nach t-Test bzw. Varianzanalyse

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

Tab. 4.1.5 (Fortsetzung):

	N	n<BG	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KIGM
Gesamtlipide im Serum (g/l) *											
bis 7	1704	5	0,4	1,2	4,3	6,1	10,1	26,8	1,96	**1,23**	1,18 - 1,29
über 7 bis 9	828	2	0,7	2,1	7,1	10,3	14,2	45,0	3,28	**2,12**	1,98 - 2,26
über 9	292	0	0,9	2,9	10,5	14,5	17,6	40,1	4,68	**3,05**	2,74 - 3,39
Gewichtsveränderung in den letzten 3 Jahren											
abgenommen	376	1	0,5	1,7	5,7	7,7	13,0	38,0	2,64	**1,67**	1,51 - 1,84
in etwa gleich geblieben	1434	6	0,5	1,6	6,4	9,8	14,2	45,0	2,84	**1,67**	1,58 - 1,76
zugenommen	963	1	0,4	1,3	5,4	7,9	11,0	27,7	2,33	**1,45**	1,36 - 1,54
Geburtsland *											
Mittel-, Nord- oder Westeuropa	2617	5	0,4	1,5	5,8	8,6	12,8	40,1	2,52	**1,53**	1,48 - 1,59
übrige Länder	200	3	0,7	2,3	10,2	12,7	18,2	45,0	4,01	**2,37**	2,05 - 2,75
Wohnort im Jahr 1988 *											
alte BRD	2105	6	0,4	1,2	4,3	6,0	8,6	40,1	1,96	**1,28**	1,23 - 1,33
DDR oder außerhalb Deutschlands	695	1	0,9	2,9	10,8	13,7	17,6	45,0	4,64	**3,03**	2,82 - 3,25
Wohnort im Jahr 1998 *											
alte Länder	2290	6	0,4	1,3	4,5	6,2	9,1	45,0	2,08	**1,33**	1,28 - 1,38
neue Länder	534	1	1,0	3,4	12,0	14,3	17,6	38,0	4,98	**3,37**	3,11 - 3,64

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Anzahl der Werte unter der Bestimmungsgrenze (BG);
P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel;
GM =geometrisches Mittel; KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM;
Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt;
* = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0{,}001$) nach t-Test bzw. Varianzanalyse

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

Tab. 4.1.6: DDE im Vollblut (µg/l) der 18 bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – alte Länder –

[Bestimmungsgrenze: 0,1 µg/l]

	N	n<BG	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Gesamt	2290	6	0,4	1,3	4,5	6,2	9,1	45,0	2,08	**1,33**	1,28 - 1,38
Geschlecht											
männlich	1154	3	0,4	1,2	4,1	5,7	8,6	20,0	1,88	**1,25**	1,19 - 1,32
weiblich	1136	3	0,4	1,3	4,9	7,1	10,2	45,0	2,27	**1,41**	1,33 - 1,49
Lebensalter *											
18-19 Jahre	81	0	0,2	0,4	1,2	1,5	3,0	3,2	0,59	**0,47**	0,41 - 0,54
20-29 Jahre	391	1	0,3	0,6	1,6	2,1	3,7	7,2	0,87	**0,66**	0,62 - 0,71
30-39 Jahre	541	2	0,4	1,0	2,6	3,9	6,9	17,0	1,44	**1,03**	0,97 - 1,10
40-49 Jahre	459	1	0,6	1,6	4,5	6,5	10,4	22,4	2,26	**1,57**	1,46 - 1,70
50-59 Jahre	440	2	0,7	2,0	5,2	6,8	9,1	19,5	2,61	**1,91**	1,77 - 2,07
60-69 Jahre	378	0	1,0	2,5	7,0	9,0	17,1	45,0	3,72	**2,60**	2,39 - 2,82
Body-Mass-Index *											
unter 25 kg/m²	971	4	0,4	1,0	3,0	4,4	7,2	40,1	1,50	**0,98**	0,92 - 1,03
25 bis unter 30 kg/m²	897	2	0,5	1,5	5,1	6,6	9,4	22,4	2,29	**1,53**	1,45 - 1,63
ab 30 kg/m²	410	0	0,7	2,0	5,6	8,6	13,7	45,0	2,97	**2,00**	1,83 - 2,17
Gesamtlipide im Serum *											
bis 7 g/l	1403	4	0,4	1,1	3,4	4,6	7,0	22,4	1,56	**1,05**	1,00 - 1,10
über 7 bis 9 g/l	652	2	0,6	1,8	5,3	7,1	10,3	45,0	2,57	**1,74**	1,63 - 1,86
über 9 g/l	234	0	0,8	2,5	7,3	11,0	17,1	40,1	3,81	**2,56**	2,29 - 2,86
Gewichtsveränderung in den letzten 3 Jahren *											
abgenommen	318	1	0,5	1,5	4,9	6,7	8,7	13,7	2,21	**1,50**	1,35 - 1,65
unverändert	1161	4	0,4	1,3	4,7	6,6	10,2	45,0	2,23	**1,39**	1,31 - 1,46
zugenommen	774	1	0,4	1,2	4,0	5,3	8,4	19,5	1,82	**1,20**	1,13 - 1,28

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Anzahl der Werte unter der Bestimmungsgrenze (BG); P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM =geometrisches Mittel; KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM; Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt; Kombination Lebensalter x BMI aufgrund geringer Fallzahl nicht aufgeführt
* = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0{,}001$) nach t-Test bzw. Varianzanalyse

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

Tab. 4.1.7: DDE im Vollblut (µg/l) der 18 bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – neue Länder –

[Bestimmungsgrenze: 0,1 µg/l]

	N	n<BG	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Gesamt	534	1	1,0	3,4	12,0	14,3	17,6	38,0	4,98	**3,37**	3,11 - 3,64
Geschlecht											
männlich	270	1	0,9	2,8	10,1	13,4	16,1	38,0	4,45	**2,98**	2,66 - 3,33
weiblich	264	0	1,2	4,1	12,3	15,2	18,4	27,7	5,52	**3,81**	3,42 - 4,25
Lebensalter *											
18-19 Jahre	28	0	0,5	1,1	2,0	3,0		3,1	1,19	**1,06**	0,89 - 1,27
20-29 Jahre	79	0	0,7	1,6	2,8	4,0	7,8	15,2	1,90	**1,57**	1,38 - 1,79
30-39 Jahre	119	0	1,1	2,7	6,0	8,8	10,9	38,0	3,59	**2,72**	2,39 - 3,10
40-49 Jahre	113	0	1,6	4,7	11,1	15,1	18,0	19,8	5,49	**4,25**	3,70 - 4,89
50-59 Jahre	102	1	1,3	5,8	12,9	15,0	18,1	20,2	6,30	**4,49**	3,70 - 5,45
60-69 Jahre	94	0	2,2	7,1	14,9	18,4	22,8	26,8	8,40	**6,50**	5,54 - 7,62
Body-Mass-Index *											
unter 25 kg/m²	205	1	0,8	2,2	7,8	12,1	17,6	38,0	3,50	**2,28**	2,01 - 2,59
25 bis unter 30 kg/m²	210	0	1,1	4,0	12,2	15,0	19,6	27,7	5,38	**3,74**	3,32 - 4,22
ab 30 kg/m²	119	0	2,0	6,1	13,0	14,8	18,0	20,2	6,82	**5,45**	4,78 - 6,22
Gesamtlipide im Serum *											
bis 7 g/l	301	1	0,8	2,4	8,7	12,4	15,3	26,8	3,83	**2,57**	2,31 - 2,85
über 7 bis 9 g/l	176	0	1,4	4,9	12,4	14,8	18,4	22,0	5,89	**4,38**	3,89 - 4,94
über 9 g/l	57	0	1,4	7,3	16,1	18,3	35,5	38,0	8,25	**6,22**	5,03 - 7,71
Gewichtsveränderung in den letzten 3 Jahren											
abgenommen	58	0	0,8	2,6	13,3	15,0	33,7	38,0	4,96	**3,01**	2,33 - 3,89
unverändert	273	1	1,1	4,0	12,4	15,2	18,4	26,8	5,43	**3,68**	3,29 - 4,13
zugenommen	189	0	1,1	3,0	9,3	12,3	14,8	27,7	4,40	**3,13**	2,78 - 3,53

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Anzahl der Werte unter der Bestimmungsgrenze (BG); P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM =geometrisches Mittel; KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM; Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt; Kombination Lebensalter x BMI aufgrund geringer Fallzahl nicht aufgeführt
* = signifikanter Unterschied der GM (p≤0,001) nach t-Test bzw. Varianzanalyse

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

4.1.3 HCB

Die statistischen Kennwerte zur Beschreibung der Häufigkeitsverteilung der HCB-Gehalte im Blut der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland im Jahr 1998 sind in **Tabelle 4.1.8** dargestellt. Der geometrische Mittelwert des HCB-Gehaltes beträgt 0,44 µg/l.

Frauen weisen im Vergleich zu Männern einen höheren mittleren HCB-Gehalt im Blut auf. Der HCB-Gehalt nimmt mit dem Lebensalter und mit zunehmendem Body Mass Index (BMI) zu. Eine Gewichtszunahme in den letzten 3 Jahren führt zu geringeren HCB-Gehalten im Blut. Außerdem sind die Gehalte abhängig vom Gesamtlipidgehalt im Blut.

Für denjenigen Teil der Bevölkerung, der in Nord-, Mittel- oder West-Europa geboren wurde, wird ein höherer mittlerer HCB-Gehalt ermittelt als bei Personen, die in anderen Ländern geboren wurden.

Tab. 4.1.8: HCB im Vollblut (µg/l) der 18 bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland

[Bestimmungsgrenze: 0,1 µg/l]

	N	n<BG	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Gesamt	2823	172	0,1	0,4	1,8	2,5	4,1	55,6	0,79	**0,44**	0,42 - 0,45
Geschlecht *											
männlich	1423	119	0,1	0,3	1,4	2,0	2,9	8,2	0,60	**0,35**	0,33 - 0,37
weiblich	1400	53	0,2	0,6	2,1	3,1	4,6	55,6	0,99	**0,55**	0,52 - 0,58
Lebensalter *											
18-19 Jahre	109	28	<0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,4	0,14	**0,12**	0,11 - 0,14
20-29 Jahre	471	76	<0,1	0,2	0,4	0,5	0,7	4,8	0,22	**0,17**	0,16 - 0,18
30-39 Jahre	659	37	0,1	0,3	0,7	0,9	1,4	5,9	0,38	**0,28**	0,26 - 0,29
40-49 Jahre	572	19	0,2	0,5	1,6	2,1	3,3	9,9	0,76	**0,51**	0,47 - 0,55
50-59 Jahre	542	8	0,3	0,8	2,1	2,7	3,3	8,0	1,07	**0,80**	0,75 - 0,86
60-69 Jahre	471	3	0,4	1,2	3,6	4,8	7,5	55,6	1,81	**1,19**	1,10 - 1,29
Body-Mass-Index *											
unter 25 kg/m²	1176	114	0,1	0,3	0,9	1,4	2,2	10,7	0,45	**0,28**	0,27 - 0,30
25 bis unter 30 kg/m²	1106	48	0,1	0,5	2,0	2,5	3,9	55,6	0,91	**0,52**	0,48 - 0,55
ab 30 kg/m²	529	10	0,2	0,9	2,9	4,1	5,5	16,5	1,30	**0,81**	0,75 - 0,89
Lebensalter x Body-Mass-Index											
20-29 Jahre											
BMI											
unter 25 kg/m²	315	49	<0,1	0,2	0,4	0,5	0,8	4,8	0,23	**0,17**	0,16 - 0,18
25 bis unter 30 kg/m²	122	22	<0,1	0,2	0,3	0,4	0,7	1,0	0,19	**0,15**	0,14 - 0,17
ab 30 kg/m²	32	4	<0,1	0,2	0,5	0,6		1,1	0,24	**0,19**	0,15 - 0,24
30-39 Jahre *											
BMI											
unter 25 kg/m²	327	25	0,1	0,3	0,6	0,8	1,1	4,3	0,32	**0,24**	0,22 - 0,26
25 bis unter 30 kg/m²	234	12	0,1	0,3	0,7	0,9	1,8	5,9	0,39	**0,28**	0,25 - 0,31
ab 30 kg/m²	94	0	0,2	0,4	0,9	1,3	2,2	4,1	0,55	**0,43**	0,38 - 0,50
40-49 Jahre *											
BMI											
unter 25 kg/m²	208	9	0,2	0,4	1,1	1,3	2,3	5,0	0,57	**0,41**	0,36 - 0,46
25 bis unter 30 kg/m²	237	8	0,2	0,5	1,7	2,1	2,5	9,9	0,75	**0,51**	0,45 - 0,57
ab 30 kg/m²	126	1	0,2	0,7	2,1	3,6	6,6	8,2	1,09	**0,73**	0,63 - 0,85
50-59 Jahre *											
BMI											
unter 25 kg/m²	141	4	0,2	0,6	1,6	1,8	2,5	3,3	0,75	**0,57**	0,49 - 0,65
25 bis unter 30 kg/m²	262	1	0,3	0,8	2,1	2,6	3,4	6,6	1,06	**0,81**	0,74 - 0,89
ab 30 kg/m²	136	3	0,5	1,3	2,6	3,1	4,2	4,5	1,40	**1,11**	0,97 - 1,26
60-69 Jahre *											
BMI											
unter 25 kg/m²	95	1	0,4	0,8	2,3	3,3	8,7	10,7	1,25	**0,86**	0,73 - 1,02
25 bis unter 30 kg/m²	237	1	0,4	1,2	3,2	4,6	8,0	55,6	1,82	**1,17**	1,05 - 1,31
ab 30 kg/m²	137	1	0,5	1,6	4,6	5,9	8,0	16,5	2,18	**1,53**	1,32 - 1,77

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Anzahl der Werte unter der Bestimmungsgrenze (BG);
P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel;
GM =geometrisches Mittel; KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM;
Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt;
Altersgruppe 18-19 Jahre bei Merkmal Lebensalter x BMI aufgrund geringer Fallzahl nicht aufgeführt
* = signifikanter Unterschied der GM (p≤0,001) nach t-Test bzw. Varianzanalyse

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

Tab. 4.1.8 (Fortsetzung):

	N	n<BG	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Gesamtlipide im Serum *											
bis 7 g/l	1704	152	0,1	0,3	1,2	1,8	2,8	9,9	0,56	**0,33**	0,31 - 0,34
über 7 bis 9 g/l	827	17	0,2	0,6	2,2	3,3	4,8	55,6	1,08	**0,63**	0,59 - 0,67
über 9 g/l	292	3	0,2	0,9	2,7	4,1	6,6	10,7	1,32	**0,84**	0,75 - 0,94
Gewichtsveränderung in den letzten 3 Jahren *											
abgenommen	376	14	0,1	0,5	2,3	3,3	5,0	10,7	0,94	**0,51**	0,45 - 0,57
unverändert	1433	82	0,1	0,5	1,9	2,5	4,1	55,6	0,85	**0,46**	0,44 - 0,49
zugenommen	963	70	0,1	0,4	1,6	2,1	3,4	9,87	0,66	**0,38**	0,36 - 0,41
Geburtsland *											
Mittel-, Nord- oder Westeuropa	2616	156	0,1	0,4	1,8	2,5	4,1	55,6	0,81	**0,45**	0,43 - 0,47
übrige Länder	200	16	0,1	0,3	1,3	2,0	3,4	5,1	0,54	**0,31**	0,27 - 0,35
Wohnort im Jahr 1998											
alte Länder	2289	150	0,1	0,4	1,9	2,6	4,3	55,6	0,82	**0,44**	0,42 - 0,46
neue Länder	534	22	0,1	0,5	1,5	1,9	2,9	5,6	0,67	**0,44**	0,40 - 0,48

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Anzahl der Werte unter der Bestimmungsgrenze (BG); P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM =geometrisches Mittel; KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM; Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt;
* = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0{,}001$) nach t-Test bzw. Varianzanalyse

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

4.1.4 HCH

HCH-Gemische können sich aus maximal 8 Stereoisomeren zusammensetzen. In Umweltproben werden in der Regel das α-, β- und γ-HCH analysiert, wobei wegen seiner höheren Stabilität β-HCH in vergleichsweise höheren Konzentrationen vorhanden ist.

α- und γ-HCH waren nur in 2 % bzw. 5 % der Blutproben bestimmbar (Anteil der Proben mit einem Gehalt über der Bestimmungsgrenze). Beim β-HCH betrug dieser Anteil 34 %. Vor diesem Hintergrund wird bei der tabellarischen Deskription für die HCH-Isomere die Spalte "%≥BG" (Anteil der Proben mit bestimmbaren Gehalten) schraffiert. Ferner werden die Verteilungen der α- und γ-HCH-Gehalte im Blut nur nach den Ziehungsmerkmalen Lebensalter, Geschlecht, Wohnort im Jahr 1998 (alte/neue Länder) dargestellt, ohne dass Signifikanztests durchgeführt wurden (**Tab. 4.1.9** und **4.1.11**). Für die β-HCH-Gehalte im Blut wurden Kennwerte für unterschiedliche Einflussfaktoren dargestellt (**Tab. 4.1.10**).

Der Anteil der Proben mit bestimmbarem Gehalt an β-HCH nimmt mit dem Lebensalter zu, so dass sich ab der Altersgruppe der 50- bis 59-jährigen ein geometrischer Mittelwert oberhalb der Bestimmungsgrenze ergibt. Gleiches gilt für einen Body Mass Index ab 30 kg/m^2. Zudem sind bei Gewichtszunahme, niedrigem Gesamtlipidgehalt und bei Männern, im Vergleich zu Frauen, seltener Proben mit nachweisbarem β-HCH-Gehalt im Blut vorhanden.

Bei der Bevölkerung der neuen Bundesländer ist der Anteil an Proben mit bestimmbaren β-HCH-Gehalten im Blut höher als bei der Bevölkerung der alten Bundesländer. Bei einer Probenahme in den Monaten von Mai bis September liegt der entsprechende Anteil höher als bei einer Probenahme in den Monaten Oktober bis April.

Tab. 4.1.9: α-HCH im Vollblut (µg/l) der 18 bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland

[Bestimmungsgrenze: 0,1 µg/l]

	N	n≥BG	%≥BG	P10	P50	P90	P95	P98	Max	AM	GM
Gesamt	2811	48	**2**	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,38	<0,1	<0,1
Geschlecht											
männlich	1420	29	**2**	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,24	<0,1	<0,1
weiblich	1391	20	**1**	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,38	<0,1	<0,1
Lebensalter											
18-19 Jahre	108	3	**3**	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,13	<0,1	<0,1
20-29 Jahre	468	5	**1**	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,16	<0,1	<0,1
30-39 Jahre	659	7	**1**	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,38	<0,1	<0,1
40-49 Jahre	567	10	**2**	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,24	<0,1	<0,1
50-59 Jahre	541	13	**2**	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,18	<0,1	<0,1
60-69 Jahre	467	11	**2**	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,24	<0,1	<0,1
Wohnort im Jahr 1998											
alte Länder	2279	38	**2**	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,24	<0,1	<0,1
neue Länder	532	11	**2**	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,38	<0,1	<0,1

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n≥BG = Anzahl der Werte ab der Bestimmungsgrenze (BG);
%≥BG = Anteil der Werte ab der Bestimmungsgrenze; P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile;
MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM =geometrisches Mittel;
Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt; keine Signifikanztests durchgeführt;

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

Tab. 4.1.10: β-HCH im Vollblut (µg/l) der 18 bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland

[Bestimmungsgrenze: 0,1 µg/l]

	N	n≥BG	%≥BG	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Gesamt	2749	927	**34**	<0,1	<0,1	0,3	0,5	0,9	7,8	0,16	<0,1	
Geschlecht *												
männlich	1385	406	**29**	<0,1	<0,1	0,3	0,4	0,7	7,8	0,13	<0,1	
weiblich	1364	521	**38**	<0,1	<0,1	0,4	0,6	1,1	6,7	0,19	<0,1	
Lebensalter *												
18-19 Jahre	108	7	**6**	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,3	2,4	<0,1	<0,1	
20-29 Jahre	458	43	**9**	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,3	0,8	<0,1	<0,1	
30-39 Jahre	647	117	**18**	<0,1	<0,1	0,1	0,3	0,4	7,8	0,10	<0,1	
40-49 Jahre	555	211	**38**	<0,1	<0,1	0,4	0,5	1,3	4,5	0,18	<0,1	
50-59 Jahre	523	246	**47**	<0,1	<0,1	0,4	0,6	0,9	6,7	0,20	0,11	
60-69 Jahre	458	303	**66**	<0,1	0,2	0,6	0,8	1,4	6,7	0,28	0,16	0,14 - 0,17
Gesamtlipide im Serum *												
bis 7 g/l	1662	414	**25**	<0,1	<0,1	0,2	0,3	0,7	6,7	0,12	<0,1	
über 7 bis 9 g/l	804	357	**44**	<0,1	<0,1	0,4	0,6	1,0	6,7	0,19	0,10	
über 9 g/l	284	157	**55**	<0,1	0,1	0,6	0,8	1,4	7,8	0,29	0,14	0,12 - 0,16
Body-Mass-Index *												
unter 25 kg/m²	1149	260	**23**	<0,1	<0,1	0,2	0,3	0,6	7,8	0,12	<0,1	
25 bis unter 30 kg/m²	1079	412	**38**	<0,1	<0,1	0,4	0,6	1,0	6,7	0,17	<0,1	
ab 30 kg/m²	512	253	**49**	<0,1	<0,1	0,5	0,7	1,1	6,7	0,22	0,12	0,11 - 0,13
Gewichtsveränderung in den letzten 3 Jahren *												
abgenommen	367	136	**37**	<0,1	<0,1	0,4	0,5	1,2	7,8	0,19	<0,1	
unverändert	1396	514	**37**	<0,1	<0,1	0,4	0,6	1,0	6,7	0,18	<0,1	
zugenommen	937	267	**28**	<0,1	<0,1	0,3	0,4	0,7	2,7	0,12	<0,1	
Jahreszeit der Probenahme *												
warme Jahreszeit (Mai - September)	1025	407	**40**	<0,1	<0,1	0,4	0,5	0,8	7,8	0,17	<0,1	
kalte Jahreszeit (Oktober - April)	1721	521	**30**	<0,1	<0,1	0,3	0,4	0,9	6,7	0,15	<0,1	
Wohnort im Jahr 1998 *												
alte Länder	2228	683	**31**	<0,1	<0,1	0,3	0,4	0,8	6,7	0,15	<0,1	
neue Länder	521	244	**47**	<0,1	<0,1	0,5	0,7	1,0	7,8	0,21	0,11	0,10 - 0,12

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n≥BG = Anzahl der Werte ab der Bestimmungsgrenze (BG);
%≥BG = Anteil der Werte ab der Bestimmungsgrenze; P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile;
MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM =geometrisches Mittel;
KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM;
Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt; * signifikant nach χ^2-Test auf Unabhängigkeit ($p \leq 0{,}001$)
Wenn GM und/oder untere Grenze des KI < BG, keine Angabe von KI GM

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

Tab. 4.1.11: γ-HCH im Vollblut (µg/l) der 18 bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland

[Bestimmungsgrenze: 0,1 µg/l]

	N	n≥BG	%≥BG	P10	P50	P90	P95	P98	Max	AM	GM
Gesamt	2806	146	**5**	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,15	4,69	<0,1	<0,1
Geschlecht											
männlich	1414	75	**5**	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,14	4,69	<0,1	<0,1
weiblich	1393	72	**5**	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,16	1,06	<0,1	<0,1
Lebensalter											
18 - 19 Jahre	106	2	**2**	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,12	0,21	<0,1	<0,1
20 - 29 Jahre	471	25	**5**	<0,1	<0,1	<0,1	0,10	0,14	0,23	<0,1	<0,1
30 - 39 Jahre	654	29	**4**	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,13	0,80	<0,1	<0,1
40 - 49 Jahre	570	28	**5**	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,15	0,43	<0,1	<0,1
50 - 59 Jahre	538	29	**5**	<0,1	<0,1	<0,1	0,11	0,22	1,06	<0,1	<0,1
60 - 69 Jahre	468	34	**7**	<0,1	<0,1	<0,1	0,11	0,19	4,69	<0,1	<0,1
Wohnort im Jahr 1998											
alte Länder	2274	108	**5**	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,14	4,69	<0,1	<0,1
neue Länder	532	38	**7**	<0,1	<0,1	<0,1	0,11	0,21	1,06	<0,1	<0,1

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n≥BG = Anzahl der Werte ab der Bestimmungsgrenze (BG);
%≥BG = Anteil der Werte ab der Bestimmungsgrenze; P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile;
MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM =geometrisches Mittel;
Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt; keine Signifikanztests durchgeführt

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

4.2 Diskussion

Die Neigung der Organochlorverbindungen zur Akkumulation im menschlichen Organismus wird durch den signifikanten Einfluss des *Lebensalters* deutlich. Mit dem Lebensalter nehmen die Gehalte der untersuchten Organochlorverbindungen bei der Bevölkerung in Deutschland deutlich zu. Auch in anderen deutschen Studien konnte ein starker Einfluss des Lebensalters festgestellt werden (z.B. Eckrich 1998, Gerhard et al. 1999, Heudorf und Angerer 2000a, Kappos 1998, Seidel et al. 1997, Wetzel et al. 1994).

Die Lipophilität der Organochlorverbindungen zeigt sich durch die Abhängigkeit von den *Gesamtlipiden* im Blut (berechnet nach Phillips et al. 1989). Dem Körper zugeführte oder aus dem Körperfett zurückgelöste lipophile Substanzen -wie die Organochlorverbindungen- binden sich an die Fettbestandteile des Blutes, so dass mit höherem Lipidgehalt höhere Gehalte an Organochlorverbindungen resultieren.

Wie bereits erwähnt, stellt das Körperfett ein Depot zur Speicherung der Organochlorverbindungen dar. Bei einer Vergrößerung des Depots (Gewichtszunahme) vergrößert sich, bildlich gesprochen, die Zahl der Speicherplätze für die Organochlorverbindungen, und bei gleicher Zufuhr sollten niedrigere Gehalte im Blut auftreten. Bei einer *Gewichtsabnahme* (Verringerung der Fettmasse) sollten entsprechend höhere Gehalte im Blut zu finden sein. Diese Hypothese bestätigt sich bei der deutschen Bevölkerung insofern, als eine *Gewichtszunahme* tatsächlich zur Abnahme der Gehalte der Organochlorverbindungen im Blut führt. Der gegenteilige Effekt einer Zunahme der Gehalte bei Gewichtsabnahme ließ sich allerdings nicht nachweisen. Dabei sollte berücksichtigt werden, dass die Angaben zur Gewichtszu- oder -abnahme mittels Fragebogen ermittelt wurden und deshalb mit Fehlern behaftet sein können.

Mit zunehmendem *Body Mass Index (BMI)* nehmen die Gehalte an HCB, DDE, β-HCH und PCB im Blut signifikant zu. Davon ausgehend, dass ein höherer BMI mit mehr Körperfett einhergeht und dies ein größeres Speicherdepot darstellt, wäre jedoch für alle Organochlorverbindungen ein geringerer Gehalt im Blut mit wachsendem BMI zu erwarten. Weitergehende Auswertungen (Deskription der Kombination *Lebensalter* x *BMI*) zeigen, dass bei älteren Personen ein gegenteiliger Effekt zu beobachten ist. Der höhere Gehalt im Blut bei höherem BMI bei den älteren Personen dürfte auf die zurückliegende Exposition über fettreiche Nahrung zurückzuführen sein. Diese Nahrung bewirkte zum einen eine Erhöhung des BMI und zum anderen eine hohe Zufuhr von HCB, DDE und PCB. Beim PCB kommt allerdings ein weiterer Effekt hinzu. Wahrscheinlich bedingt durch die gegenüber DDE, β-HCH und HCB geringere Halbwertzeit der PCB liegt auch in den höheren Altersklassen (ab ca. 40 Jahre) ein geringerer PCB-Gehalt bei höherem BMI vor.

Ein Einfluss des *Geschlechts* zeigt sich in der Weise, dass Frauen im Vergleich zu Männern die höheren mittleren HCB-, β-HCH und DDE-Gehalte und signifikant geringere PCB 180 Gehalte im Blut aufweisen. Auch in anderen deutschen Studien ergaben sich ähnliche Befunde (Kappos et al. 1998, Seidel 1997, UBA 1999a, UBA 1999b, Wetzel et al. 1994), wobei allerdings eine Klärung, vor allem dafür, warum eine Abhängigkeit vom Geschlecht nur für das HCB, β-HCH, DDE und PCB 180 auftritt, noch aussteht. Für HCB bzw. β-HCH ist möglicherweise ein Erklärungsansatz der, dass HCB als Verunreinigung in Pflanzenschutzmitteln auftritt

(WHO 1997) bzw. β-HCH im Ackerbau eingesetzt wird und Frauen mehr pflanzliche Nahrung zu sich nehmen als Männer (Heseker et al. 1992).

Bei der Bevölkerung der *neuen Bundesländer (Wohnort 1998)* ist der mittlere DDE-Gehalt höher als bei der Bevölkerung der *alten Bundesländer*. In den alten Bundesländern ist die Produktion und Anwendung von DDT seit 1972 verboten. In den neuen Bundesländern kam es hingegen trotz eines Verbotes Anfang der 70er Jahre wegen zahlreicher Ausnahmeregelungen bis 1989 zum Einsatz, unter anderem auch als Holzschutzmittel in Innenräumen (Roßkamp et al. 1999), was die höheren Gehalte im Blut der Bevölkerung der neuen Bundesländer erklärt.

Bei der Bevölkerung der *alten Bundesländer (Wohnort 1998)* werden im Vergleich zur Bevölkerung der neuen Bundesländer im Mittel signifikant höhere PCB-Gehalte im Blut nachgewiesen. Vor dem Hintergrund der deutlich höheren Produktionsmengen in der Bundesrepublik bis 1989 (Herstellungsverbot) ist dies plausibel. In der ehemaligen DDR wurde PCB in vergleichsweise geringeren Mengen verwendet und die PCB-Produktion bereits 1985 eingestellt (Detzel et al. 1998).

Nur beim β-HCH ergibt sich ein Einfluss der *Jahreszeit* mit einem höheren Anteil von Proben mit bestimmbaren Gehalten bei Probenahme in den Sommermonaten (Mai bis September). Gerhard et al. (1999) vermuteten, dass dies auf einen durch körperliche Aktivität erhöhten Abbau der Organochlorverbindungen aus den Fettdepots in den Sommermonaten zurückzuführen sein könnte. Zudem liegt die übliche Applikationszeit für Lindan in Ackerkulturen im Frühjahr bis Sommer (LFU 1993), was wiederum erklären würde, weshalb ein Effekt der Jahreszeit bei den anderen Organochlorverbindungen nicht auftritt.

Weitere potentielle Gliederungsmerkmale, die gemäß des aktuellen Wissenstandes mit einer Belastung durch Chlororganika assoziiert sein können, wurden in die Auswertung einbezogen, soweit sie im Rahmen des Umwelt-Surveys erfasst wurden. Dies betrifft Merkmale wie den *Konsum fettreicher Nahrungsmittel*, *die Art des Wohnumfeldes*, *die Anwendung von Pestiziden im Haushalt* sowie *soziodemographische Merkmale*. Keines dieser Merkmale stellte sich auf der deskriptiven Ebene als signifikante Einflussgröße heraus.

Die in anderen Studien für die Bevölkerung der Bundesrepublik ermittelten Gehalte an Organochlorverbindungen im Blut liegen, vorbehaltlich aller Schwierigkeiten, die mit einem Vergleich verbunden sind (vgl. Kap. 2.3.7), in etwa in der gleichen Größenordnung wie die im Rahmen des Umwelt-Surveys ermittelten Gehalte. Im internationalen Vergleich sind die für die Bundesrepublik im Rahmen des Umwelt-Surveys ermittelten Gehalte der Organochlorverbindungen im Blut eher gering (**Tab. 4.2.1** bis **Tab. 4.2.4**).

Von der Kommission „Human-Biomonitoring" des Umweltbundesamtes wurden 1999 Referenzwerte für die Organochlorverbindungen festgelegt (Kappos et al. 1998, Kommission Human-Biomonitoring 1999b, 1999c, 1999d). Grundlage der publizierten Referenzwerte stellten überwiegend Bestimmungen aus zufällig eingesandten und vermutlich anlassbezogen erhobenen Proben diverser Laboratorien aus den Jahren 1994 bis 1996 dar. Im Vergleich mit diesen Referenzwerten wurden im Rahmen des Umwelt-Survey 1998 geringe Werte ermittelt.

Bei diesem Vergleich ist allerdings zu berücksichtigen, dass die bisher geltenden Referenzwerte nicht bei einer Referenzpopulation wie beim Umwelt-Survey ermittelt wurden, sondern auf Grund der damals nicht ausreichenden Datenbasis auf zufälligen und anlassbezogenen Proben basieren. Es dürfte jedoch davon auszugehen sein, dass sich bei diesem Vergleich tatsächlich eine Abnahme der Belastung zeigt, da Ähnliches in der Literatur beschrieben wird (Kappos et al. (1998). Trends der Abnahme der korporalen Belastung mit Organochlorverbindungen wurden auch für die Gehalte in Muttermilch (Horn et al. 1994, Seidel et al. 1998, Schade und Heinzow 1998, Ott et al. 1999) und für die Gehalte im Serum von Neugeborenen (Angerer et al. 1996) festgestellt.

Tab. 4.2.1: PCB-Gehalt in Blut und Plasma/Serum der Bevölkerung in Deutschland und in anderen Ländern

Land (Autoren)	Jahr	Kollektiv	N	Medium	Parameter	Statistische Kenngrößen		
Deutschland								
Umwelt-Survey III	1998	Allgemeinbevölkerung; M, F: 18-69 Jahre	2823	Vollblut	138	GM=0,42 µg/l	50.P.=0,5 µg/l	95.P.=1,4 µg/l
			2818		153	GM=0,68 µg/l	50.P.=0,7 µg/l	95.P.=2,2 µg/l
			2822		180	GM=0,44 µg/l	50.P.=0,5 µg/l	95.P.=1,5 µg/l
(Wetzel et al. 1994)	1987/88	VERA-Studie, Allgemeinbevölkerung; M,F: 18-88 Jahre	1896	Plasma	138	50.P.=0,60 µg/kg		90.P.=1,3 µg/kg
					153	50.P.=0,72 µg/kg		90.P.=1,6 µg/kg
					180	50.P.=0,27 µg/kg		90.P.=0,7 µg/kg
(Eckrich und Gerhard 1992)	1990/91	Süddeutschland, auch durch Pestizide belastete Personen; M,F: 4-81 Jahre	1929	Vollblut	138	50.P.=0,26 µg/l		95.P.=0,5 µg/l
					153	50.P.=0,32 µg/l		95.P.=0,6 µg/l
					180	50.P.=0,13 µg/l		95.P.=0,3 µg/l
(Angerer et al. 1992)	?	Schleswig Holstein/Franken, Kontrollkollektiv; M,F: 18-84 Jahre	63	Plasma	138	50.P.=1,50 µg/l		95.P.=5,0 µg/l
					153	50.P.=1,86 µg/l		95.P.=6,4 µg/l
					180	50.P.=1,17 µg/l		95.P.=4,7 µg/l
(Benthe et al. 1992)	1990/91	Norddeutschland, Referenzpopulation	637	Vollblut	138	AM=1,5 µg/l		95.P.=3,6 µg/l
					153	AM=1,0 µg/l		95.P.=2,5 µg/l
					180	AM=0,9 µg/l		95.P.=2,2 µg/l
(Gerhard et al. 1999)	1990/93	Patientinnen aus Mannheim/Heidelberg; 30,7 ± 7,3 Jahre	489	Vollblut	138	AM=0,26 µg/l		Max=2,9 µg/l
					153	AM=0,31µg/l		Max=1,7 µg/l
					180	AM=0,14 µg/l		Max=0,9 µg/l
(Lehnert et al. 1994)	1991/94	Süddeutschland, Rhein-Main-Gebiet, Schleswig-Holstein; M,F: 18-80 Jahre	285	Serum	138	50.P.=1,1 µg/l		95.P.=3,0 µg/l
					153	50.P.=1,5 µg/l		95.P.=4,0 µg/l
					180	50.P.=1,1 µg/l		95.P.=3,0 µg/l
(MAFGS 1998)	1994	Greppin (belastetes Gebiet) / Vergleichskollektiv aus Bitterfeld; M,F: 20-81 Jahre	48	Vollblut	138	50.P.=1,3/0,9 µg/l		Max=4,2/2,0 µg/l
					153	50.P.=1,8/1,3 µg/l		Max=4,9/2,7 µg/l
					180	50.P.=0,6/0,4 µg/l		Max=1,5/0,9 µg/l
		Bedienstete einer Stadtverwaltung in NRW; M,F	86	Vollblut	138	50.P.=0,48 µg/l		Max=1,2 µg/l
					153	50.P.=0,57 µg/l		Max=1,6 µg/l
					180	50.P.=0,29 µg/l		Max=1,2 µg/l

Tab. 4.2.1: -Fortsetzung-

Land (Autoren)	Jahr	Kollektiv	N	Medium	Parameter	Statistische Kenngrößen	
(LGA 1997) (Gabrio et al. 2000)	1994/95	Baden-Württemberg, Lehrer belasteter Schulen und Kontrollen; M,F: 29-65 Jahre	151	Vollblut	138 153 180	AM =0,66 µg/l AM =0,95 µg/l AM =0,70 µg/l	
(Löffler und von Bavel 2000)	1992/95	Würzburg, Patienten einer Arztpraxis	309	Vollblut	138 153 180	50.P.=0,34 µg/l 50.P.=0,43 µg/l 50.P.=0,20 µg/l	95.P.=0,8 µg/l 95.P.=1,1 µg/l 95.P.=0,6 µg/l
(StMLU 1999)	1996	Bayern, Kaminkehrer/Kontrollen; M: 19-64 Jahre	227/60	Vollblut	138 153 180	50.P.=0,40/0,32 µg/l 50.P.=0,82/0,58 µg/l 50.P.=0,57/0,43 µg/l	95.P.=1,4/0,7 µg/l 95.P.=2,2/1,3 µg/l 95.P.=1,7/1,0 µg/l
(LANU 1997)	1995/96	Schleswig-Holstein, Pinneberg; M,F: 40-65 Jahre	245	Serum	Σ^{1}	50.P.=3,3 µg/l	95.P.=11 µg/l
(UBA 1999b)	1997	Bank für Human-Organproben, Münster; M,F: 15->39 Jahre Halle; M,F: <14->39 Jahre Greifswald; M,F: 20-39 Jahre Ulm; M,F: 15->39 Jahre	454	Plasma	138 153 180	50.P.=0,61-0,98 µg/l 50.P.=0,39-0,60 µg/l 50.P.=0,29-0,50 µg/l je nach Ort	95.P.=1,5-2,9 µg/l 95.P.=1,0-1,5 µg/l 95.P.=0,8-1,4 µg/l je nach Ort
(Seidel et al. 1997)	?	Blutspender, Tübingen und Umgebung; M,F: 19-63 Jahre	101	Plasma	138 153 180	50.P.=0,50 µg/l 50.P.=0,86 µg/l 50.P.=0,52 µg/l	Max=1,6 µg/l Max=3,3 µg/l Max=4,3 µg/l
(Kappos et al. 1998)	1994/98	Ergebnisse div. Laboratorien zur Ermittlung von Referenzwerten; M,F: 36-45 Jahre	141 192 192	Vollblut	138 153 180	50.P.=0,49 µg/l 50.P.=0,78 µg/l 50.P.=0,60 µg/l	95.P.=1,2-1,5 µg/l 95.P.=1,8-2,2 µg/l 95.P.=1,2-1,6 µg/l
(Heudorf und Angerer 2000a)	1998	Frankfurt/Main, Bewohner US-Housings; M,F: 18-65 Jahre	494	Plasma	138 153 180	50.P.=0,26-0,71 µg/l 50.P.=0,31-1,40 µg/l 50.P.=0,19-1,40 µg/l je nach Alter	95.P.=1,0-2,9 µg/l 95.P.=1,3-4,0 µg/l 95.P.=0,9-3,3 µg/l je nach Alter

Anmerkungen: [1)] Σ = Summe PCB 138, PCB 153, PCB 180

Tab. 4.2.1: -Fortsetzung-

Land (Autoren)	Jahr	Kollektiv	N	Medium	Parameter	Statistische Kenngrößen	
Finnland (Mussalo-Rauhamaa 1991)	1986	Holzarbeiter und Kontrollen; M,F: 18-58 Jahre	131	Serum	$\sum^2$	50.P.=2 µg/kg	Max=12 µg/kg
Niederlande (Koopmann-Esseboom et al. 1994)	1990/92	Schwangere, ländliche und industrialisierte Regionen	415	Plasma	138 153 180	50.P.=0,56 µg/kg 50.P.=0,84 µg/kg 50.P.=0,50 µg/kg	Max=1,6 µg/kg Max=2,5 µg/kg Max=3,1 µg/kg
Schweden (Asplund et al. 1994)	1990/91	Südostschweden, M: 25-56 Jahre	37	Plasma	153 180	AM=1,5-3,4 µg/kg AM=1,0-2,0 µg/kg	Max=3,3-6,6 µg/kg je nach Fischkonsum
(Rylander et al. 1998)	1995	Südostschweden, Frauen von Ostseefischern, 29-53 Jahre	192	Plasma	153	GM=0,94 µg/kg	Max=4,3 µg/kg
USA (Humphrey et al. 2000)	1993/95	Michigan, Kontrollkollektiv; M,F>50 Jahre	78	Serum	153 180	AM=0,75 ppb AM=0,79 ppb	Max=4,4 ppb Max=4,2 ppb
(Gammon et al. 1997)	1995	Kontrollkollektiv; F:45-81 Jahre	30	Plasma	$\sum^3$	AM=4,4 µg/l	

Anmerkungen: [2)] $\sum$ = Clophen A 60 (Standard); [3)] $\sum$ = Aroclor (Standard)

Tab. 4.2.2: DDT/DDE Gehalte in Blut und Plasma/Serum der Bevölkerung in Deutschland und in anderen Ländern

Land (Autoren)	Jahr	Kollektiv	N	Parameter Medium	Statistische Kenngrößen		
Deutschland							
Umwelt-Survey III	1998	Allgemeinbevölkerung; M,F: 18-69 Jahre	2824	DDE	GM=1,58 µg/l	50.P.=1,5 µg/l	95.P.=8,7 µg/l
		Alte Bundesländer	2290	Vollblut	GM=1,33 µg/l	50.P.=1,3 µg/l	95.P.=6,2 µg/l
		Neue Bundesländer	534		GM=3,37 µg/l	50.P.=3,4 µg/l	95.P.=14,3 µg/l
(Wetzel et al. 1994)	1987/88	VERA-Studie, Allgemeinbevölkerung; M,F: 18-88 Jahre	1896	∑ DDT Plasma	50.P.=2,38 µg/kg	90.P.=6,3 µg/kg	
(Benthe et al. 1992)	1990/91	Norddeutschland, Referenzpopulation	637	DDE Vollblut	AM=2,7 µg/l	95.P.=9,2 µg/l	
(Eckrich und Gerhard 1992)	1990/91	Süddeutschland, auch durch Pestizide belastete Personen; M,F: 4-81 Jahre	1826	DDE Vollblut	50.P.=0,88 µg/l	95.P.=2,50 µg/l	
(Gerhard et al. 1999)	1990/93	Patientinnen aus Mannheim/Heidelberg; 30,7 ± 7,3 Jahre	489	∑ DDT Vollblut	AM=1,0 µg/l	Max=9,6 µg/l	
(Göen und Angerer 1997)	1991/95	Regionen der alten Bundesländer; M,F: 21-60 Jahre, beruflich nicht exponiert	307	DDE Serum	50.P.=1,5-3,3 µg/l je nach Alter	95.P.=6,3-11,3 µg/l je nach Alter	
(Seidel et al. 1997)	?	Blutspender aus Tübingen und Umgebung; F,M: 19-63 Jahre	101	DDE Plasma	50.P.=1,7	Max=57l	
(MAFGS 1998)	1994	Greppin (belastete Region)	24	∑ DDT/DDE	50.P.=10 µg/l	Max=55 µg/l	
		Vergleichskollektiv aus Bitterfeld; M,F: 20-81 Jahre	24	Vollblut	50.P.=8,0 µg/l	Max=37 µg/l	
		Bedienstete einer Stadtverwaltung in NRW	86		50.P.=1,7 µg/l	Max=7,1 µg/l	
(Löffler und von Bavel 2000)	1992/95	Würzburg, Patienten einer Arztpraxis	309	∑ DDT Vollblut	50.P.=1,2 µg/l	95.P.=4,3 µg/l	
(LANU 1997)	1995/96	Schleswig-Holstein, Pinneberg; M,F: 40-65 Jahre	245	∑ DDT Vollblut	50.P.=1,5 µg/l	95.P.=8,0 µg/l	
(Heudorf 1999a)	1998	Frankfurt/Main, Bewohner ehemaliger US-Housings; M,F = 20 Jahre	485	DDE Plasma	50.P.=1,3-4,5 µg/l je nach Alter	95.P.=14-20 µg/l je nach Alter	

Tab. 4.2.2: -Fortsetzung-

Land (Autoren)	Jahr	Kollektiv	N	Parameter Medium	Statistische Kenngrößen	
Ägypten (Soliman et al. 1997)	1996	Krebspatienten, Kontrollen; M,F: 42±12,4 Jahre	48	DDE Serum	50.P.=38 ppb	Max=643 ppb
Australien (Beard et al. 2000)		Studie zur Knochendichte; F: 45-64 Jahre	68	DDE Serum	50.P.=3,9 ppb	Max=45 ppb
Finnland (Mussalo-Rauhamaa 1991)	1986	Holzarbeiter und Kontrollen; M,F: 18-58 Jahre	131	∑ DDT Serum	50.P=1,7 µg/kg	Max=15 µg/kg
Indien (Kashyap et al. 1994)	?	Gujarat, Region ohne Pestizideinsatz; M: 20-45 Jahre	25	∑ DDT Serum	AM=43 µg/l	
(Bhatnagar et al. 1992)	1989/90	Ahmedabad; M: 18-57 Jahre	31	DDE Serum	50.P.=29 µg/l	Max=137 µg/l
(Nair et al. 1996)	?	Dehli; Gebärende: 18-40 Jahre	25	DDE Serum	AM=28 µg/l	
Kanada (Hovinga et al. 1993)	1989	Fischesser und Kontrollen; F,M: 30-79 Jahre	210	∑ DDT Serum	GM=16 ppb GM=6,8 ppb	Max=268 ppb Max=68 ppb
(Mes 1992)	?	British Columbia, Patienten; M,F	25	DDE Vollblut	50.P.=0,9 µg/kg	Max=6,1 µg/kg
Mexiko (Waliszewski et al. 1999)	1997/98	Veracruz und Umgebung, Gebärende	65	∑ DDT Serum	AM=16,4 µg/l	Max=212 µg/l
Schweden (Asplund et al. 1994)	1990/91	Südost-Schweden; M: 25-56 Jahre	37	DDE Plasma	AM=2,4-14 µg/kg je nach Fischkonsum	Max=5,1-33 µg/kg

Tab. 4.2.2: -Fortsetzung-

Land (Autoren)	Jahr	Kollektiv	N	Parameter Medium	Statistische Kenngrößen	
Singapur (Luo et al. 1997)	?	Blutspender; M,F: 19-67 Jahre	89	DDT/DDE Serum	GM=12,7 ppb	Max=97 ppb
Spanien (To-Figueras et al. 1995)	1993	Barcelona, Blutspender; M,F: 13-82 Jahre	100	DDE Serum	GM=3,3 µg/l	Max=35 µg/l
(Sala et al. 1999)	1994	Umgebung einer elektrochemischen Fabrik; M,F: > 14 Jahre	608	DDE Serum	50.P.=5,0 µg/l	95.P.=34 µg/l
USA (Stehr-Green 1989)	1976/80	NHANES II, Allgemeinbevölkerung; M,F:12-74 Jahre	4089	DDE Serum	50.P.=12,5 ppb	95.P.=53 ppb
(Gammon et al. 1997)	1995	Kontrollkollektiv; F: 45-81 Jahre	31	DDE Plasma	AM=7,3 µg/l	
(Schildkraut et al. 1999)	?	Kontrollkollektiv, Carolina Breast Cancer Study; F: 45-74 Jahre	99	DDE Plasma	50.P.=10,5 ppb	

Anmerkungen:
∑ DDT entspricht der Summe aus DDT, DDE und DDD

Tab. 4.2.3: HCB-Gehalt in Blut und Plasma/Serum der Bevölkerung in Deutschland und in anderen Ländern

Land (Autoren)	Jahr	Kollektiv	N	Medium	Statistische Kenngrößen
Deutschland Umwelt-Survey III	1998	Allgemeinbevölkerung, M,F: 18-69 Jahre	2823	Vollblut	GM=0,44 µg/l 50.P.=0,4 µg/l 95.P.=2,5 µg/l
(Wetzel et al. 1994)	1987/88	VERA-Studie, Allgemeinbevölkerung; M,F: 18-88 Jahre	1896	Plasma	50.P.=0,82 µg/kg 90.P.=3,8 µg/kg
(Angerer et al. 1992)	?	Schleswig Holstein/Franken, Kontrollkollektiv; M,F: 18-84 Jahre	63	Plasma	50.P.=2,8 µg/l 95.P.=15,6 µg/l
(Eckrich und Gerhard 1992)	1990/91	Süddeutschland, auch durch Pestizide belastete Personen; M,F: 4-81 Jahre	1851	Vollblut	50.P.=0,47 µg/l 95.P.=1,2 µg/l
(Gerhard et al. 1999)	1990/93	Patientinnen aus Mannheim/Heidelberg; 30,7 ± 7,3 Jahre	489	Vollblut	AM=0,46 µg/l Max=4,3 µg/l
(Seidel et al. 1997)	?	Blutspender aus Tübingen und Umgebung; M,F: 19-63 Jahre	101	Plasma	50.P.=0,42 µg/l Max=3,9 µg/l
(MAFGS 1998)	1994	Greppin (belastete Region) Vergleichskollektiv aus Bitterfeld; M,F: 20-81 Jahre Bedienstete einer Stadtverwaltung in NRW	24 24 86	Vollblut	50.P.=3,5 µg/l Max=9,1 µg/l 50.P.=2,3 µg/l Max=11 µg/l 50.P.=1,3 µg/l Max=4,0 µg/l
(Löffler und von Bavel 2000)	1992/95	Würzburg, Patienten einer Arztpraxis	309	Vollblut	50.P.=1,0 µg/l 95.P.=4,9 µg/l
(LANU 1997)	1995/96	Schleswig-Holstein, Pinneberg; M,F: 40-65 Jahre	245	Vollblut	50.P.=1,1 µg/l 95.P.=4,3 µg/l
(UBA 1999b)	1997	Bank für Human-Organproben Münster; M,F: 15->39 Jahre Halle; M,F: <14->39 Jahre Greifswald; M,F:20-39 Jahre Ulm; M,F: 15->39 Jahre	113 116 114 111	Plasma	50.P.=0,31 µg/l 95.P.=1,0 µg/l 50.P.=0,29 µg/l 95.P.=1,0 µg/l 50.P.=0,27 µg/l 95.P.=0,7 µg/l 50.P.=0,23 µg/l 95.P.=0,5 µg/l

Tab. 4.2.3: -Fortsetzung-

Land (Autoren)	Jahr	Kollektiv	N	Medium	Statistische Kenngrößen	
Ägypten (Soliman et al. 1997)	1996	Krebspatienten, Kontrollen; M,F: 42±12,4 Jahre	48	Serum	50.P.=0,4 ppb	Max=2,0 ppb
Finnland (Mussalo-Rauhamaa 1991)	1986	Holzarbeiter und Kontrollen, M,F: 18-58 Jahre	131	Serum	50.P.=0,3 µg/kg	Max= 3,6 µg/kg
Kanada (Mes 1992)	?	British Columbia, Patienten, M,F	25	Vollblut	50.P=0,11 µg/kg	Max=0,34 µg/kg
Mexiko (Waliszewski et al. 1999)	1997/98	Veracruz und Umgebung, Gebärende	65	Serum	AM=1,1 µg/l	Max=3,2 µg/l
Spanien (To-Figueras et al. 1995)	1993	Barcelona, Blutspender, M,F: 13-82 Jahre	100	Serum	GM=3,1 µg/l	Max=19,7µg/l
USA (Stehr-Green 1989)	1976/80	NHANES II, Allgemeinbevölkerung, M,F:12-74 Jahre	2948	Serum	50.P.<1ppb	95.P. < 1ppb Max=17ppb

Tab. 4.2.4: HCH-Gehalt in Blut und Plasma/Serum der Bevölkerung in Deutschland und in anderen Ländern

Land (Autoren)	Jahr	Kollektiv	N	Medium	Parameter	Statistische Kenngrößen		
Deutschland								
Umwelt-Survey III	1998	Allgemeinbevölkerung; M,F: 18-69 Jahre	2763	Vollblut	α	GM<0,1 µg/l	50.P.=<0,1 µg/l	95.P.<0,1 µg/l
			1822		β	GM<0,1 µg/l	50.P.=<0,1 µg/l	95.P.=0,5 µg/l
			2660		γ	GM<0,1 µg/l	50.P.=<0,1 µg/l	95.P.<0,1 µg/l
(Wetzel et al. 1994)	1987/88	VERA-Studie, Allgemeinbevölkerung; M,F:18-88 Jahre	1896	Plasma	α	50.P.=0,01 µg/kg	90.P.=0,06 µg/kg	
					β	50.P.=0,61 µg/kg	90.P.=1,63 µg/kg	
					γ	50.P.=0,15 µg/kg	90.P.=0,35 µg/kg	
(Benthe et al. 1992)	1990/91	Norddeutschland, Referenzpopulation	637	Vollblut	β	AM=0,5 µg/l	95.P.=1,3 µg/l	
(Eckrich und Gerhard 1992)	1990/91	Süddeutschland, auch durch Pestizide belastete Personen; M,F: 4-81 Jahre	1932	Vollblut	β	50.P.=0,23 µg/l	95.P.=0,3 µg/l	
					γ	50.P.=0,05 µg/l	95.P.=0,1 µg/l	
(Gerhard et al. 1999)	1990/93	Patientinnen aus Mannheim/Heidelberg; 30,7 ± 7,3 Jahre	489	Vollblut	α	AM=0,003 µg/l	Max=0,92 µg/l	
					β	AM=0,30 µg/l	Max=2,6 µg/l	
					γ	AM=0,05 µg/l	Max=1,5 µg/l	
(MAFGS 1998)	1994	Greppin (belastete Region) /	24	Vollblut	β	50.P.=2,0 µg/l	Max=18 µg/l	
		Vergleichskollektiv aus Bitterfeld; M,F 20-81 Jahre	24			50.P.=0,63 µg/l	Max=1,6 µg/l	
		Bedienstete einer Stadtverwaltung in NRW	86		β	50.P.=0,33 µg/l	Max=1,6 µg/l	
(Löffler und von Bavel 2000)	1992/95	Würzburg, Patienten einer Arztpraxis	309	Vollblut	β	50.P.=0,20 µg/l	95.P.=0,44 µg/l	
					γ	50.P.=0,04 µg/l	95.P.=0,1 µg/l	
(LANU 1997)	1995/96	Schleswig-Holstein, Pinneberg; M,F: 40-65 Jahre	245	Serum	β	50.P.=0,50 µg/l	95.P.=1,6 µg/l	
					γ	50.P.=0,02 µg/l	95.P.=0,13 µg/l	
(Heudorf 1999a)	1998	Frankfurt/Main, Bewohner ehem. US-Housings; M,F = 20 Jahre	485	Plasma	γ	50.P.< 0,1 µg/l	95.P.=0,1 µg/l	

Tab. 4.2.4: -Fortsetzung-

Land (Autoren)	Jahr	Kollektiv	N	Medium	Parameter	Statistische Kenngrößen	
Ägypten (Soliman et al. 1997)	1996	Krebspatienten und Kontrollen; M,F: 42±12,4 Jahre und 38±14,5 Jahre	48	Serum	β	50.P.=5,6 µg/l	Max=317 µg/l
Indien (Nair et al. 1996)		Dehli, Gebärende; 18-40 Jahre	25	Serum	∑ HCH	AM=50 µg/l	
(Bhatnagar et al. 1992)	1989/90	Ahmedabad; M: 18-57 Jahre	31	Serum	∑ HCH	50.P.=149 µg/l	Max= 231 µg/l
(Kashyap et al. 1993)	1989/90	Ahmedabad; M,F: 20-70 Jahre	20	Serum	∑ HCH	AM=66/70 ppb	Max=90/94 ppb
Mexiko (Waliszewski et al. 1999)	1997/98	Veracruz und Umgebung, Gebärende	65	Serum	α β γ	AM=0,1 µg/l AM=1,4 µg/l AM=0,2 µg/l	Max: 1,1 µg/l Max: 100 µg/l Max: 4,0 µg/l
Spanien (To-Figueras et al. 1995)	1993	Barcelona, Blutspender; M,F:13-82 Jahre	100	Serum	β	GM=1,7 µg/l	Max=11,5 µg/l
(Sala et al. 1999)	1994	Umgebung einer elektrochemischen Fabrik; M,F: > 14 Jahre	608	Serum	β	50.P.=5,4 µg/l	95.P.=30,8 µg/l
USA (Stehr-Green 1989)	1976/80	NHANES II, Allgemeinbevölkerung; M,F: 12-74 Jahre	3584 3846 4074	Serum	α β γ	50.P.<1ppb 50.P.<1ppb 50.P.<1ppb	95.P.<1ppb, Max=1,7ppb 95.P.<2,4ppb 95.P.<1ppb, Max=6,2ppb
Kanada (Mes 1992)	?	British Columbia, Patienten; M,F	25	Vollblut	α β	50.P.<0,04 µg/kg 50.P.=0,13 µg/kg	Max<0,04 µg/kg Max=2,6 µg/kg

5 Weitere Stoffe und Metabolite im Urin

Im Rahmen des Umwelt-Surveys 1998 wurden Nikotin, Cotinin und Creatinin im Urin bestimmt und jeweils bei zufällig ausgewählten Unterkollektiven das PCP und andere Chlorphenole (N = 692) sowie Metabolite der PAK (N = 573). Die Ergebnisse dieser Untersuchungen werden im Kapitel 5 vorgestellt.

5.1 Metabolite der PAK

Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) entstehen bei der unvollständigen Verbrennung organischen Materials. Sie bestehen aus zwei oder mehr Benzolringen und treten je nach Art des pyrolytischen Prozesses und des Ausgangsmaterials in unterschiedlicher Zusammensetzung, jedoch immer als Gemisch, auf. Ihre umweltchemische bzw. umwelt-medizinische Bedeutung ergibt sich durch das karzinogene, teratogene und mutagene Potential einiger Einzelsubstanzen sowie durch die ubiquitäre Verbreitung in allen Umwelt-kompartimenten.

Die mengenmäßig wichtigsten Quellen für anthropogene PAK-Emissionen sind Klein-feuerungsanlagen, gefolgt von Emissionen der Aluminiumproduktion und Kokereien. Der Anteil der Emissionen aus der Elektro-Stahlproduktion, der Holzschutzmittelanwendung bzw. durch imprägniertes Holz sowie der des Straßenverkehrs ist bedeutend geringer (Detzel et al. 1998). Nach der Bildung der PAK erfolgt eine Bindung an Staubpartikel der Luft und somit eine ubiquitäre Verbreitung in weite Bereiche der Umwelt. In städtischen, insbesondere in industriellen Ballungsgebieten werden in Relation zu ländlichen Regionen höhere PAK-Gehalte in der Luft festgestellt (Pott und Heinrich 1992).

Für die nicht beruflich belastete Allgemeinbevölkerung sind die wichtigsten Expositionsquellen verunreinigte Luft, z.B. durch Rauch von offenen Feuerstellen, Tabakrauch, kontaminierte Nahrungsmittel und kontaminiertes Trinkwasser (WHO 1998). Auch die Anwendung teerhaltiger Shampoos kann im Einzelfall zu einer hohen Exposition führen (Strickland et al. 1996). Die Verwendung von PAK-haltigen Parkettklebstoffen wurde für den Bereich der Bundesrepublik als eine weitere Innenraumquelle identifiziert (Angerer 1999, Dieckow et al. 1999, Heudorf 1999b, UBA 1999c). Bei geringer Belastung der Luft dürfte bei Nichtrauchern die Nahrung den Hauptzufuhrpfad darstellen. Geräucherte und über offenem Feuer gegrillte Nahrungsmittel können beträchtliche PAK-Gehalte aufweisen (WHO 1998). Die Aufnahme von Pyren über den Zigarettenrauch liegt bei Rauchern in der gleichen Größenordnung wie die Aufnahme über eine durchschnittliche Ernährung (Van Rooij et al. 1994).

PAK können pulmonal, gastrointestinal oder dermal resorbiert werden. Sie unterliegen einem komplexen Metabolismus, in dessen Verlauf sie in hydroxylierte Verbindungen überführt werden. Die Ausscheidung erfolgt größtenteils mit der Galle über die Faeces und nur zum kleinen Teil mit dem Urin. In der Literatur werden für Hydroxypyren Halbwertzeiten zwischen 3 und 26 Stunden, überwiegend zwischen 10 und 20 Stunden angegeben (Angerer 1999). An Staubpartikeln adsorbierte PAK können während der Verweilzeit der Partikel in der Lunge (etwa 500 Tage) gelöst werden (Pott und Heinrich 1992).

Seit einigen Jahren ist es möglich, die Metabolite der PAK im Urin bei der Normalbevölkerung, d.h. im Niedrigdosisbereich, zu untersuchen. Zunächst wurde das 1-Hydroxypyren als Leitsubstanz in der Arbeitsmedizin herangezogen und dies auf den umweltmedizinischen Bereich übertragen (Jongeneelen and Anzion 1991). Von einigen Arbeitsgruppen werden weitere Stoffwechselprodukte im Urin bestimmt. Dies sind zum einen Hydroxyphenanthrene (Angerer et al. 1997) und zum anderen die Dihydrodiole des Hydroxyphenanthrens (Grimmer et al. 1993, Jacob et al. 1999).

5.1.1 Ergebnisse

Im Rahmen des Umwelt-Surveys 1998 wurden die folgenden PAK-Metabolite im Urin analysiert: 1-Hydroxypyren, 1-Hydroxyphenanthren, 2/9-Hydroxyphenanthren sowie 3-Hydroxyphenanthren. Die Summe aller untersuchten Hydroxyphenanthrene wurde berechnet. Die Ergebnisse werden im Folgenden dargestellt.

5.1.1.1 1-Hydroxypyren

Die statistischen Kennwerte zur Beschreibung der Häufigkeitsverteilungen der 1-Hydroxypyrengehalte im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland im Jahr 1998 sind in **Tabelle 5.1.1** (Volumenbezug) und **Tabelle 5.1.2** (Creatininbezug) dargestellt. Die geometrischen Mittelwerte betragen 0,13 µg/l bzw. 0,11 µg/g Creatinin.

Männer weisen bei Bezug auf das Urinvolumen einen signifikant höheren mittleren Gehalt an 1-Hydroxypyren auf als Frauen. Männer scheiden pro Volumen mehr Creatinin aus, wodurch sich erklären könnte, dass bei Creatininbezug keine unterschiedliche Ausscheidung an 1-Hydroxypyren für Männer und Frauen vorliegt. Mit dem Lebensalter nimmt der mittlere 1-Hydroxypyrengehalt im Urin ab. Bei Bezug auf Creatinin ist dieser Altersgang weniger deutlich.

Raucher weisen im Vergleich zu Nichtrauchern einen etwa doppelt so hohen 1-Hydroxypyrengehalt im Urin auf und mit der Zahl an täglich konsumierten Zigaretten nimmt der Gehalt zu.

Wird die Wohnung nicht zentral, sondern dezentral beheizt, so ergibt sich ein höherer mittlerer 1-Hydroxypyrengehalt im Urin der Bewohner. Bei der Bevölkerung aus den neuen Bundesländern liegt im Vergleich zur Bevölkerung der alten Bundesländer ein höherer Gehalt an 1-Hydroxypyren vor.

Da der Rauchstatus die dominierende Einflussgröße für eine Exposition mit 1-Hydroxypyren ist, wurde eine gesonderte Analyse nur für die Nichtraucher durchgeführt. Die Ergebnisse sind in den **Tabelle 5.1.3** und **5.1.4** zusammengefasst.

Nur bei Bezug auf das Urinvolumen weisen nichtrauchende Männer im Vergleich zu nichtrauchenden Frauen einen höheren mittleren 1-Hydroxypyrengehalt auf. Das Lebensalter ist ebenfalls nur bei Volumenbezug ein signifikantes Gliederungsmerkmal für die 1-Hydroxypyrenausscheidung der Nichtraucher, wobei die Gehalte mit dem Lebensalter abnehmen. Ein dezentrales Heizungssystem und das Wohnen in den neuen Ländern stehen im Zusammenhang mit einem höheren 1-Hydroxypyrengehalt im Urin gegenüber zentralem Heizsystem und Wohnen in den alten Ländern.

Tab. 5.1.1.: 1-Hydroxypyren im Urin (µg/l) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland

[Bestimmungsgrenze: 0,012 µg/l]

	N	n<BG	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Gesamt	573	16	0,03	0,14	0,51	0,73	1,02	4,38	0,23	**0,13**	0,12 - 0,15
Geschlecht *											
männlich	289	3	0,05	0,17	0,51	0,76	1,03	2,09	0,25	**0,16**	0,15 - 0,18
weiblich	284	13	0,03	0,11	0,49	0,73	1,06	4,38	0,21	**0,11**	0,09 - 0,12
Lebensalter *											
18 - 19 Jahre	17	0	0,07	0,36	0,57			0,65	0,31	**0,23**	0,16 - 0,35
20 - 29 Jahre	98	1	0,05	0,20	0,54	0,80	1,00	1,09	0,27	**0,19**	0,16 - 0,23
30 - 39 Jahre	134	0	0,05	0,17	0,51	0,73	0,90	1,40	0,24	**0,16**	0,14 - 0,19
40 - 49 Jahre	116	2	0,04	0,14	0,80	1,63	2,09	4,38	0,33	**0,16**	0,13 - 0,20
50 - 59 Jahre	110	4	0,03	0,09	0,40	0,61	0,85	1,68	0,17	**0,10**	0,08 - 0,12
60 - 69 Jahre	96	9	0,01	0,08	0,29	0,49	0,64	1,36	0,13	**0,07**	0,06 - 0,09
Rauchstatus *											
Nichtraucher	389	15	0,03	0,10	0,38	0,53	0,75	1,68	0,16	**0,10**	0,09 - 0,11
Raucher	184	1	0,08	0,25	0,76	1,03	1,96	4,38	0,38	**0,25**	0,22 - 0,28
Anzahl Zigaretten pro Tag (Raucher) *											
bis 5	36	0	0,04	0,17	0,49	0,62		0,65	0,21	**0,15**	0,11 - 0,20
6 bis 10	29	0	0,06	0,22	0,85	1,45		2,09	0,35	**0,24**	0,17 - 0,33
11 bis 20	77	0	0,12	0,35	0,76	0,96	1,41	1,44	0,39	**0,31**	0,26 - 0,36
über 20	30	1	0,04	0,41	1,96	2,82		4,38	0,67	**0,33**	0,20 - 0,53
Heizungssystem *											
zentral	520	16	0,03	0,13	0,48	0,66	0,98	4,38	0,22	**0,13**	0,11 - 0,14
dezentral	52	0	0,06	0,20	0,98	1,45	1,96	1,96	0,39	**0,24**	0,18 - 0,31
Wohnort im Jahr 1998 *											
alte Länder	465	16	0,03	0,13	0,49	0,72	1,00	4,38	0,22	**0,12**	0,11 - 0,14
neue Länder	108	1	0,04	0,19	0,65	0,81	1,67	1,96	0,29	**0,17**	0,14 - 0,21

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Anzahl der Werte unter der Bestimmungsgrenze (BG); P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel; KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM; Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt;
* = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0{,}01$) nach t-Test bzw. Varianzanalyse

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

Tab. 5.1.2: 1-Hydroxypyren im Urin (µg/g Creatinin) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland

	N	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Gesamt	573	0,04	0,10	0,33	0,48	0,71	1,99	0,16	**0,11**	0,10 - 0,11
Geschlecht										
männlich	289	0,04	0,10	0,32	0,50	0,81	1,41	0,16	**0,11**	0,10 - 0,12
weiblich	284	0,03	0,10	0,34	0,44	0,59	1,99	0,16	**0,10**	0,09 - 0,12
Lebensalter *										
18 - 19 Jahre	17	0,03	0,16	0,52			0,56	0,19	**0,13**	0,08 - 0,21
20 - 29 Jahre	98	0,04	0,12	0,28	0,34	0,47	0,51	0,15	**0,11**	0,10 - 0,13
30 - 39 Jahre	134	0,03	0,10	0,36	0,49	0,76	0,95	0,15	**0,11**	0,09 - 0,12
40 - 49 Jahre	116	0,05	0,11	0,42	0,72	1,40	1,99	0,21	**0,13**	0,11 - 0,15
50 - 59 Jahre	110	0,04	0,10	0,33	0,48	0,69	0,90	0,15	**0,10**	0,09 - 0,12
60 - 69 Jahre	96	0,02	0,09	0,20	0,42	0,79	1,20	0,13	**0,08**	0,07 - 0,10
Rauchstatus *										
Nichtraucher	389	0,03	0,08	0,20	0,29	0,49	0,90	0,11	**0,08**	0,07 - 0,09
Raucher	184	0,08	0,19	0,50	0,73	1,16	1,99	0,26	**0,19**	0,17 - 0,21
Anzahl Zigaretten pro Tag (Raucher) *										
bis 5	36	0,03	0,11	0,29		0,37		0,38	0,14	**0,11**	0,09 - 0,14
6 bis 10	29	0,09	0,18	0,44		0,82		1,39	0,23	**0,18**	0,15 - 0,23
11 bis 20	77	0,12	0,22	0,50		0,60	0,83	0,95	0,28	**0,23**	0,20 - 0,27
über 20	30	0,12	0,28	0,91		1,59		1,99	0,42	**0,29**	0,21 - 0,40
Heizungssystem *										
zentral	520	0,03	0,10	0,31		0,43	0,58	1,99	0,15	**0,10**	0,09 - 0,11
dezentral	52	0,05	0,19	0,61		0,90	0,94	0,95	0,25	**0,18**	0,14 - 0,23
Wohnort im Jahr 1998 *										
alte Länder	465	0,03	0,10	0,31		0,46	0,60	1,99	0,15	**0,10**	0,09 - 0,11
neue Länder	108	0,06	0,15	0,40		0,60	0,92	1,20	0,20	**0,15**	0,13 - 0,17

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile;
MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel;
KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM;
* = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0,01$) nach t-Test bzw. Varianzanalyse

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

Tab. 5.1.3: 1-Hydroxypyren im Urin (µg/l) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland - Nichtraucher -

[Bestimmungsgrenze: 0,012 µg/l]

	N	n<BG	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Gesamt	389	15	0,03	0,10	0,38	0,53	0,75	1,68	0,16	**0,10**	0,09 - 0,11
Geschlecht *											
männlich	191	3	0,04	0,13	0,40	0,51	0,83	1,36	0,18	**0,13**	0,11 - 0,14
weiblich	198	12	0,02	0,08	0,35	0,55	0,74	1,68	0,15	**0,08**	0,07 - 0,09
Lebensalter *											
18 - 19 Jahre	10	0	0,04	0,24	0,64			0,65	0,29	**0,21**	0,11 - 0,38
20 - 29 Jahre	58	1	0,04	0,18	0,51	0,65	0,98	0,98	0,23	**0,15**	0,12 - 0,20
30 - 39 Jahre	84	0	0,04	0,13	0,44	0,58	0,81	0,95	0,18	**0,13**	0,11 - 0,15
40 - 49 Jahre	74	2	0,03	0,10	0,27	0,45	0,66	0,82	0,14	**0,10**	0,08 - 0,12
50 - 59 Jahre	77	3	0,03	0,08	0,33	0,71	1,35	1,68	0,16	**0,09**	0,07 - 0,11
60 - 69 Jahre	86	9	<0,012	0,07	0,24	0,32	0,77	1,36	0,11	**0,06**	0,05 - 0,08
Heizungssystem *											
zentral	354	15	0,03	0,09	0,34	0,50	0,69	1,68	0,15	**0,09**	0,08 - 0,10
dezentral	35	0	0,05	0,19	0,68	1,02		1,36	0,29	**0,19**	0,14 - 0,26
Wohnort im Jahr 1998 *											
alte Länder	319	14	0,03	0,09	0,32	0,48	0,67	1,68	0,15	**0,09**	0,08 - 0,10
neue Länder	71	1	0,03	0,14	0,57	0,73	0,96	0,98	0,22	**0,14**	0,11 - 0,18

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Anzahl der Werte unter der Bestimmungsgrenze (BG); P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel; KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM; Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt;
* = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0,01$) nach t-Test bzw. Varianzanalyse

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

Tab. 5.1.4: 1-Hydroxypyren im Urin (µg/g Creatinin) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland - Nichtraucher -

	N	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Gesamt	389	0,03	0,08	0,20	0,29	0,49	0,90	0,11	**0,08**	0,07 - 0,09
Geschlecht										
männlich	191	0,03	0,09	0,19	0,27	0,56	0,90	0,11	**0,08**	0,08 - 0,09
weiblich	198	0,02	0,08	0,22	0,32	0,48	0,90	0,11	**0,08**	0,07 - 0,09
Lebensalter										
18 - 19 Jahre	10	0,01	0,14	0,56			0,56	0,16	**0,10**	0,05 - 0,19
20 - 29 Jahre	58	0,03	0,09	0,20	0,28	0,44	0,44	0,11	**0,09**	0,07 - 0,10
30 - 39 Jahre	84	0,03	0,08	0,20	0,33	0,51	0,56	0,11	**0,08**	0,07 - 0,09
40 - 49 Jahre	74	0,04	0,10	0,18	0,24	0,36	0,38	0,10	**0,08**	0,07 - 0,10
50 - 59 Jahre	77	0,03	0,08	0,26	0,50	0,79	0,90	0,13	**0,09**	0,07 - 0,10
60 - 69 Jahre	86	0,02	0,09	0,20	0,26	0,60	0,90	0,10	**0,07**	0,06 - 0,09
Heizungssystem *										
zentral	354	0,03	0,08	0,19	0,24	0,42	0,90	0,10	**0,08**	0,07 - 0,08
dezentral	35	0,05	0,15	0,49	0,61		0,90	0,20	**0,14**	0,11 - 0,19
Wohnort im Jahr 1998 *										
alte Länder	319	0,03	0,07	0,19	0,24	0,48	0,90	0,10	**0,07**	0,07 - 0,08
neue Länder	71	0,04	0,12	0,29	0,45	0,72	0,90	0,15	**0,12**	0,10 - 0,14

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile;
MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel;
KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM;
* = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0,01$) nach t-Test bzw. Varianzanalyse

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

5.1.1.2 Hydroxyphenanthrene

In den **Tabellen 5.1.5** bis **5.1.20** sind die statistischen Kennzahlen der Verteilung der untersuchten Hydroxyphenanthrene und deren Summe volumen- und creatininbezogen dargestellt.

Wie beim 1-Hydroxypyren ist bei Volumenbezug ein Einfluss des Geschlechts und des Lebensalters auf die Ausscheidung der Hydroxyphenanthrene festzustellen, der bei Normierung der Daten mit Hilfe des Creatinins nicht mehr vorhanden ist.

Raucher weisen eine höhere mittlere Ausscheidung der Hydroxyphenanthrene auf, die jedoch bei den einzelnen Verbindungen unterschiedlich stark ausgeprägt ist. Die Ausscheidung der Hydroxyphenanthrene nimmt mit der Zahl der täglich gerauchten Zigaretten zu, jedoch wird das statistisch geforderte Signifikanzniveau von $p \leq 0{,}01$ nicht immer erreicht.

Bei dem Teil der Bevölkerung, bei dem ein dezentrales Heizungssystem in der Wohnung vorhanden ist, werden höhere mittlere Hydroxyphenanthrengehalte im Urin ermittelt als bei dem Teil der Bevölkerung mit zentralbeheizter Wohnung.

Bei der Bevölkerung der neuen Bundesländer ist die Ausscheidung an Hydoxyphenanthrenen im Urin im Mittel höher als bei der Bevölkerung der alten Bundesländer.

Tab. 5.1.5: 1-Hydroxyphenanthren im Urin (µg/l) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland

[Bestimmungsgrenze: 0,016 µg/l]

	N	n<BG	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Gesamt	573	6	0,14	0,39	1,02	1,42	2,01	9,30	0,54	**0,38**	0,36 - 0,41
Geschlecht *											
männlich	289	1	0,17	0,44	1,04	1,40	1,86	3,06	0,55	**0,43**	0,39 - 0,47
weiblich	284	6	0,12	0,36	0,95	1,55	2,22	9,30	0,52	**0,34**	0,31 - 0,38
Lebensalter *											
18 - 19 Jahre	17	1	0,16	0,57	1,13			1,52	0,57	**0,41**	0,25 - 0,69
20 - 29 Jahre	98	0	0,18	0,50	1,01	1,59	2,01	2,28	0,60	**0,48**	0,42 - 0,55
30 - 39 Jahre	134	0	0,17	0,42	1,03	1,32	1,83	9,30	0,58	**0,43**	0,38 - 0,48
40 - 49 Jahre	116	0	0,15	0,40	1,53	2,06	2,47	3,21	0,64	**0,44**	0,38 - 0,52
50 - 59 Jahre	110	0	0,13	0,34	0,86	1,30	1,87	2,16	0,45	**0,35**	0,30 - 0,40
60 - 69 Jahre	96	6	0,09	0,32	0,75	1,06	1,83	3,06	0,40	**0,25**	0,20 - 0,31
Rauchstatus *											
Nichtraucher	389	6	0,13	0,34	0,97	1,30	1,85	9,30	0,48	**0,33**	0,31 - 0,37
Raucher	184	1	0,20	0,52	1,26	1,76	2,24	3,21	0,66	**0,51**	0,46 - 0,57
Anzahl Zigaretten pro Tag (Raucher)											
bis 5	36	0	0,21	0,43	0,92	0,96		1,10	0,48	**0,41**	0,33 - 0,50
6 bis 10	29	0	0,16	0,50	1,24	3,00		3,21	0,66	**0,49**	0,37 - 0,64
11 bis 20	77	0	0,27	0,65	1,26	1,83	2,32	2,42	0,71	**0,60**	0,52 - 0,69
über 20	30	1	0,14	0,68	1,79	2,12		2,21	0,81	**0,55**	0,37 - 0,81
Heizungssystem *											
zentral	520	6	0,14	0,38	0,99	1,30	1,92	9,30	0,52	**0,37**	0,34 - 0,40
dezentral	52	0	0,19	0,54	1,65	2,25	3,02	3,06	0,75	**0,55**	0,44 - 0,68
Wohnort im Jahr 1998 *											
alte Länder	465	6	0,14	0,38	0,99	1,33	1,98	3,06	0,50	**0,37**	0,34 - 0,40
neue Länder	108	1	0,17	0,43	1,26	1,70	3,21	9,30	0,68	**0,47**	0,40 - 0,55

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Anzahl der Werte unter der Bestimmungsgrenze (BG); P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel; KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM; Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt;
* = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0{,}01$) nach t-Test bzw. Varianzanalyse

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

Tab. 5.1.6: 1-Hydroxyphenanthren im Urin (µg/g Creatinin) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland

	N	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Gesamt	573	0,13	0,31	0,75	0,95	1,27	2,27	0,39	**0,31**	0,29 - 0,33
Geschlecht										
männlich	289	0,12	0,29	0,75	0,93	1,32	1,51	0,36	**0,29**	0,27 - 0,31
weiblich	284	0,14	0,33	0,75	0,95	1,22	2,27	0,41	**0,33**	0,30 - 0,36
Lebensalter *										
18 - 19 Jahre	17	0,05	0,28	0,79			0,92	0,33	**0,23**	0,14 - 0,36
20 - 29 Jahre	98	0,11	0,27	0,63	0,76	0,93	0,96	0,33	**0,28**	0,25 - 0,31
30 - 39 Jahre	134	0,12	0,27	0,69	0,92	1,26	2,27	0,36	**0,28**	0,25 - 0,32
40 - 49 Jahre	116	0,15	0,34	0,92	1,05	1,34	1,71	0,44	**0,36**	0,32 - 0,40
50 - 59 Jahre	110	0,19	0,35	0,80	1,06	1,38	1,51	0,43	**0,36**	0,32 - 0,40
60 - 69 Jahre	96	0,08	0,32	0,79	0,99	1,42	1,46	0,40	**0,29**	0,23 - 0,35
Rauchstatus *										
Nichtraucher	389	0,12	0,28	0,65	0,92	1,29	2,27	0,35	**0,27**	0,25 - 0,29
Raucher	184	0,20	0,42	0,91	0,97	1,27	1,71	0,47	**0,40**	0,37 - 0,44
Anzahl Zigaretten pro Tag (Raucher) *										
bis 5	36	0,13	0,30	0,63	0,80		0,96	0,35	**0,30**	0,25 - 0,37
6 bis 10	29	0,18	0,34	0,68	1,59		1,71	0,44	**0,37**	0,31 - 0,46
11 bis 20	77	0,20	0,47	0,93	0,98	1,18	1,24	0,51	**0,45**	0,40 - 0,51
über 20	30	0,29	0,51	0,95	1,03		1,12	0,56	**0,49**	0,39 - 0,62
Heizungssystem *										
zentral	520	0,12	0,31	0,71	0,92	1,16	2,27	0,38	**0,30**	0,28 - 0,32
dezentral	52	0,15	0,43	1,12	1,44	1,51	1,51	0,53	**0,41**	0,34 - 0,50
Wohnort im Jahr 1998 *										
alte Länder	465	0,12	0,30	0,70	0,94	1,14	1,51	0,37	**0,29**	0,27 - 0,31
neue Länder	108	0,20	0,38	0,86	1,28	1,71	2,27	0,48	**0,39**	0,35 - 0,45

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile;
MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel;
KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM;
* = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0{,}01$) nach t-Test bzw. Varianzanalyse

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

Tab. 5.1.7: 1-Hydroxyphenanthren im Urin (µg/l) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland - Nichtraucher -

[Bestimmungsgrenze: 0,016 µg/l]

	N	n<BG	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Gesamt	389	6	0,13	0,34	0,97	1,30	1,85	9,30	0,48	**0,33**	0,31 - 0,37
Geschlecht *											
männlich	191	0	0,16	0,37	1,03	1,42	1,89	3,06	0,52	**0,39**	0,36 - 0,44
weiblich	198	6	0,11	0,32	0,87	1,24	1,82	9,30	0,45	**0,28**	0,25 - 0,33
Lebensalter *											
18 - 19 Jahre	10	0	0,16	0,41	1,44			1,52	0,51	**0,39**	0,24 - 0,62
20 - 29 Jahre	58	0	0,16	0,49	1,09	1,70	1,98	2,01	0,58	**0,45**	0,37 - 0,55
30 - 39 Jahre	84	0	0,16	0,34	1,03	1,37	3,46	9,30	0,57	**0,39**	0,33 - 0,45
40 - 49 Jahre	74	0	0,13	0,32	0,94	1,19	1,81	2,17	0,43	**0,33**	0,28 - 0,39
50 - 59 Jahre	77	0	0,13	0,33	1,02	1,39	2,04	2,16	0,47	**0,35**	0,30 - 0,42
60 - 69 Jahre	86	6	0,07	0,28	0,68	1,01	2,06	3,06	0,37	**0,23**	0,18 - 0,29
Heizungssystem *											
zentral	354	6	0,12	0,33	0,89	1,15	1,76	9,30	0,46	**0,32**	0,29 - 0,35
dezentral	35	0	0,19	0,44	1,70	2,32		3,06	0,72	**0,51**	0,39 - 0,68
Wohnort im Jahr 1998 *											
alte Länder	319	6	0,12	0,33	0,91	1,19	1,80	3,06	0,44	**0,32**	0,29 - 0,35
neue Länder	71	0	0,15	0,38	1,17	1,77	5,67	9,30	0,66	**0,43**	0,35 - 0,53

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Anzahl der Werte unter der Bestimmungsgrenze (BG); P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel; KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM; Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt;
* = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0{,}01$) nach t-Test bzw. Varianzanalyse

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

Tab. 5.1.8: 1-Hydroxyphenanthren im Urin (µg/g Creatinin) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland - Nichtraucher -

	N	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Gesamt	389	0,12	0,28	0,65	0,92	1,29	2,27	0,35	**0,27**	0,25 - 0,29
Geschlecht										
männlich	191	0,11	0,26	0,64	0,94	1,36	1,51	0,33	**0,26**	0,24 - 0,29
weiblich	198	0,12	0,29	0,70	0,89	1,25	2,27	0,37	**0,28**	0,25 - 0,32
Lebensalter										
18 - 19 Jahre	10	0,05	0,20	0,92			0,92	0,28	**0,18**	0,10 - 0,33
20 - 29 Jahre	58	0,11	0,24	0,53	0,76	0,90	0,93	0,30	**0,25**	0,22 - 0,29
30 - 39 Jahre	84	0,11	0,24	0,63	0,81	1,63	2,27	0,31	**0,24**	0,21 - 0,28
40 - 49 Jahre	74	0,14	0,28	0,59	0,78	1,09	1,17	0,33	**0,28**	0,25 - 0,32
50 - 59 Jahre	77	0,18	0,32	0,91	1,32	1,44	1,51	0,42	**0,34**	0,30 - 0,39
60 - 69 Jahre	86	0,08	0,31	0,74	0,96	1,39	1,43	0,39	**0,27**	0,22 - 0,33
Heizungssystem *										
zentral	354	0,11	0,27	0,63	0,80	1,06	2,27	0,33	**0,26**	0,24 - 0,28
dezentral	35	0,14	0,39	1,38	1,50		1,51	0,52	**0,39**	0,30 - 0,50
Wohnort im Jahr 1998 *										
alte Länder	319	0,11	0,26	0,63	0,92	1,20	1,51	0,33	**0,26**	0,23 - 0,28
neue Länder	71	0,18	0,35	0,77	1,24	1,87	2,27	0,45	**0,37**	0,32 - 0,42

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile;
MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel;
KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM;
* = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0{,}01$) nach t-Test bzw. Varianzanalyse

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

Tab. 5.1.9: 2/9-Hydroxyphenanthren im Urin (µg/l) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland

[Bestimmungsgrenze: 0,004 µg/l]

	N	n<BG	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Gesamt	573	4	0,09	0,25	0,63	0,85	1,02	3,54	0,33	**0,24**	0,22 - 0,25
Geschlecht *											
männlich	289	0	0,12	0,29	0,67	0,87	0,97	2,14	0,35	**0,28**	0,26 - 0,31
weiblich	284	4	0,07	0,21	0,56	0,79	1,24	3,54	0,30	**0,20**	0,18 - 0,22
Lebensalter *											
18 - 19 Jahre	17	0	0,15	0,32	0,47			0,57	0,31	**0,28**	0,23 - 0,34
20 - 29 Jahre	98	0	0,12	0,28	0,56	0,63	1,26	2,58	0,33	**0,27**	0,24 - 0,31
30 - 39 Jahre	134	0	0,10	0,25	0,72	0,93	1,68	3,54	0,36	**0,27**	0,23 - 0,30
40 - 49 Jahre	116	0	0,10	0,26	0,86	0,97	1,15	1,24	0,36	**0,27**	0,23 - 0,31
50 - 59 Jahre	110	0	0,07	0,23	0,51	0,64	0,96	3,17	0,29	**0,21**	0,18 - 0,24
60 - 69 Jahre	96	4	0,05	0,19	0,55	0,83	1,04	2,14	0,27	**0,17**	0,13 - 0,21
Rauchstatus *											
Nichtraucher	389	4	0,08	0,23	0,58	0,82	1,03	3,54	0,31	**0,22**	0,20 - 0,24
Raucher	184	0	0,12	0,29	0,72	0,93	1,07	2,58	0,37	**0,29**	0,26 - 0,32
Anzahl Zigaretten pro Tag (Raucher)											
bis 5	36	0	0,09	0,28	0,61	0,73		0,90	0,32	**0,26**	0,21 - 0,33
6 bis 10	29	0	0,08	0,26	0,59	1,10		1,13	0,32	**0,25**	0,19 - 0,33
11 bis 20	77	0	0,14	0,33	0,84	0,97	1,79	2,58	0,41	**0,32**	0,28 - 0,37
über 20	30	0	0,08	0,32	0,85	0,97		1,02	0,39	**0,28**	0,20 - 0,39
Heizungssystem *											
zentral	520	4	0,09	0,24	0,61	0,85	0,99	3,54	0,32	**0,23**	0,21 - 0,25
dezentral	52	0	0,13	0,34	0,74	0,99	2,06	2,14	0,41	**0,32**	0,26 - 0,39
Wohnort im Jahr 1998 *											
alte Länder	465	4	0,08	0,24	0,61	0,83	0,98	3,17	0,31	**0,22**	0,21 - 0,24
neue Länder	108	0	0,14	0,31	0,64	0,97	1,42	3,54	0,39	**0,30**	0,26 - 0,34

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Anzahl der Werte unter der Bestimmungsgrenze (BG); P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel; KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM; Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt;
* = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0{,}01$) nach t-Test bzw. Varianzanalyse

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

Tab. 5.1.10: 2/9-Hydroxyphenanthren im Urin (µg/g Creatinin) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland

	N	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Gesamt	573	0,08	0,20	0,44	0,56	0,79	2,03	0,24	**0,19**	0,18 - 0,20
Geschlecht										
männlich	289	0,08	0,19	0,47	0,57	0,73	1,28	0,24	**0,19**	0,18 - 0,21
weiblich	284	0,09	0,20	0,42	0,58	0,84	2,03	0,24	**0,19**	0,17 - 0,21
Lebensalter *										
18 - 19 Jahre	17	0,07	0,14	0,38			0,39	0,18	**0,15**	0,12 - 0,21
20 - 29 Jahre	98	0,07	0,17	0,31	0,39	0,59	1,04	0,18	**0,16**	0,14 - 0,17
30 - 39 Jahre	134	0,07	0,17	0,48	0,67	0,87	1,28	0,23	**0,18**	0,16 - 0,20
40 - 49 Jahre	116	0,10	0,21	0,53	0,64	0,72	0,76	0,26	**0,22**	0,20 - 0,24
50 - 59 Jahre	110	0,11	0,21	0,46	0,56	0,64	2,03	0,26	**0,22**	0,20 - 0,24
60 - 69 Jahre	96	0,08	0,21	0,54	0,79	0,85	0,96	0,26	**0,19**	0,16 - 0,23
Rauchstatus *										
Nichtraucher	389	0,08	0,18	0,41	0,54	0,82	2,03	0,22	**0,18**	0,16 - 0,19
Raucher	184	0,10	0,23	0,50	0,68	0,76	1,28	0,27	**0,22**	0,21 - 0,25
Anzahl Zigaretten pro Tag (Raucher)										
bis 5	36	0,09	0,19	0,41	0,54		0,56	0,22	**0,19**	0,16 - 0,23
6 bis 10	29	0,09	0,19	0,49	0,61		0,62	0,23	**0,19**	0,15 - 0,25
11 bis 20	77	0,12	0,25	0,57	0,73	1,16	1,28	0,30	**0,24**	0,21 - 0,28
über 20	30	0,10	0,28	0,64	0,72		0,76	0,30	**0,25**	0,20 - 0,32
Heizungssystem *										
zentral	520	0,08	0,19	0,42	0,56	0,73	2,03	0,23	**0,19**	0,18 - 0,20
dezentral	52	0,10	0,23	0,60	0,76	0,95	0,96	0,29	**0,24**	0,20 - 0,29
Wohnort im Jahr 1998 *										
alte Länder	465	0,08	0,18	0,40	0,54	0,74	2,03	0,23	**0,18**	0,17 - 0,19
neue Länder	108	0,12	0,24	0,59	0,70	0,86	0,88	0,30	**0,25**	0,23 - 0,28

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile;
MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel;
KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM;
* = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0{,}01$) nach t-Test bzw. Varianzanalyse

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

Tab. 5.1.11: 2/9-Hydroxyphenanthren im Urin (µg/l) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland - Nichtraucher -

[Bestimmungsgrenze: 0,004 µg/l]

	N	n<BG	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Gesamt	389	4	0,08	0,23	0,58	0,82	1,03	3,54	0,31	**0,22**	0,20 - 0,24
Geschlecht *											
männlich	191	0	0,12	0,27	0,64	0,86	1,03	2,14	0,34	**0,27**	0,25 - 0,30
weiblich	198	4	0,06	0,18	0,54	0,73	1,28	3,54	0,27	**0,17**	0,15 0,20
Lebensalter *											
18 - 19 Jahre	10	0	0,15	0,25	0,56			0,57	0,28	**0,26**	0,20 - 0,34
20 - 29 Jahre	58	0	0,11	0,28	0,58	0,63	1,16	1,28	0,32	**0,26**	0,22 - 0,31
30 - 39 Jahre	84	0	0,09	0,24	0,73	0,96	2,18	3,54	0,37	**0,25**	0,21 - 0,30
40 - 49 Jahre	74	0	0,09	0,21	0,64	0,86	1,02	1,17	0,28	**0,21**	0,18 - 0,25
50 - 59 Jahre	77	0	0,07	0,24	0,62	0,88	2,31	3,17	0,32	**0,22**	0,18 - 0,26
60 - 69 Jahre	86	4	0,05	0,18	0,54	0,76	1,24	2,14	0,26	**0,16**	0,12 - 0,20
Heizungssystem *											
zentral	354	4	0,08	0,22	0,56	0,72	0,93	3,54	0,29	**0,21**	0,19 - 0,23
dezentral	35	0	0,13	0,34	0,95	1,15		2,14	0,43	**0,32**	0,25 - 0,42
Wohnort im Jahr 1998 *											
alte Länder	319	4	0,08	0,22	0,58	0,76	1,00	3,17	0,29	**0,20**	0,18 - 0,23
neue Länder	71	0	0,12	0,29	0,63	0,88	2,57	3,54	0,38	**0,28**	0,23 - 0,33

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Anzahl der Werte unter der Bestimmungsgrenze (BG); P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel; KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM; Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt;
* = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0{,}01$) nach t-Test bzw. Varianzanalyse

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

Tab. 5.1.12: 2/9-Hydroxyphenanthren im Urin (µg/g Creatinin) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland - Nichtraucher -

	N	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Gesamt	389	0,08	0,18	0,41	0,54	0,82	2,03	0,22	**0,18**	0,16 - 0,19
Geschlecht										
männlich	191	0,08	0,18	0,42	0,55	0,68	0,96	0,22	**0,18**	0,17 - 0,20
weiblich	198	0,08	0,17	0,41	0,55	0,85	2,03	0,23	**0,17**	0,15 - 0,19
Lebensalter *										
18 - 19 Jahre	10	0,04	0,12	0,39			0,39	0,15	**0,12**	0,08 - 0,18
20 - 29 Jahre	58	0,07	0,15	0,29	0,36	0,56	0,59	0,17	**0,15**	0,13 - 0,17
30 - 39 Jahre	84	0,07	0,15	0,40	0,67	0,87	0,88	0,20	**0,16**	0,14 - 0,18
40 - 49 Jahre	74	0,09	0,20	0,42	0,53	0,58	0,61	0,22	**0,19**	0,16 - 0,21
50 - 59 Jahre	77	0,11	0,21	0,50	0,58	1,49	2,03	0,26	**0,21**	0,19 - 0,24
60 - 69 Jahre	86	0,08	0,20	0,54	0,82	0,87	0,96	0,26	**0,18**	0,15 - 0,23
Heizungssystem *										
zentral	354	0,08	0,17	0,38	0,53	0,75	2,03	0,22	**0,17**	0,16 - 0,18
dezentral	35	0,10	0,23	0,64	0,82		0,96	0,30	**0,24**	0,20 - 0,31
Wohnort im Jahr 1998 *										
alte Länder	319	0,08	0,16	0,39	0,53	0,76	2,03	0,21	**0,17**	0,15 - 0,18
neue Länder	71	0,12	0,23	0,51	0,70	0,87	0,88	0,28	**0,24**	0,21 - 0,27

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile;
MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel;
KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM;
* = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0,01$) nach t-Test bzw. Varianzanalyse

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

Tab. 5.1.13: 3-Hydroxyphenanthren im Urin (µg/l) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland

[Bestimmungsgrenze: 0,005 µg/l]

	N	n<BG	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Gesamt	573	2	0,09	0,31	0,87	1,14	1,66	4,62	0,43	**0,29**	0,27 - 0,32
Geschlecht *											
männlich	289	0	0,14	0,39	0,98	1,15	1,69	4,62	0,49	**0,37**	0,34 - 0,41
weiblich	284	2	0,07	0,25	0,72	1,11	1,55	3,05	0,36	**0,23**	0,21 - 0,26
Lebensalter *											
18 - 19 Jahre	17	0	0,13	0,41	0,81			1,24	0,46	**0,37**	0,27 - 0,51
20 - 29 Jahre	98	0	0,14	0,38	0,84	1,07	1,30	1,71	0,45	**0,37**	0,32 - 0,42
30 - 39 Jahre	134	0	0,11	0,37	0,93	1,03	1,38	3,05	0,46	**0,35**	0,31 - 0,40
40 - 49 Jahre	116	0	0,10	0,33	1,22	1,72	2,46	2,65	0,53	**0,35**	0,29 - 0,42
50 - 59 Jahre	110	0	0,07	0,25	0,68	0,86	1,24	1,69	0,33	**0,23**	0,20 - 0,28
60 - 69 Jahre	96	2	0,05	0,23	0,63	1,11	1,66	4,62	0,34	**0,18**	0,14 - 0,24
Rauchstatus *											
Nichtraucher	389	2	0,08	0,25	0,74	1,01	1,30	4,62	0,35	**0,24**	0,22 - 0,26
Raucher	184	0	0,17	0,48	1,05	1,45	2,33	2,65	0,58	**0,46**	0,41 - 0,51
Anzahl Zigaretten pro Tag (Raucher)											
bis 5	36	0	0,13	0,39	0,85	1,01		1,05	0,43	**0,35**	0,28 - 0,44
6 bis 10	29	0	0,10	0,46	1,24	2,25		2,37	0,58	**0,44**	0,33 - 0,58
11 bis 20	77	0	0,21	0,56	1,17	1,59	2,65	2,65	0,65	**0,53**	0,46 - 0,61
über 20	30	0	0,10	0,64	1,61	1,72		1,72	0,68	**0,48**	0,34 - 0,69
Heizungssystem *											
zentral	520	2	0,09	0,30	0,82	1,05	1,46	3,05	0,40	**0,28**	0,26 - 0,30
dezentral	52	0	0,14	0,56	1,34	1,69	4,41	4,62	0,67	**0,47**	0,38 - 0,60
Wohnort im Jahr 1998 *											
alte Länder	465	2	0,08	0,30	0,85	1,05	1,37	4,62	0,40	**0,28**	0,25 - 0,30
neue Länder	108	0	0,13	0,39	1,08	1,72	2,65	3,05	0,54	**0,38**	0,32 - 0,44

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Anzahl der Werte unter der Bestimmungsgrenze (BG); P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel; KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM; Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt;
* = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0{,}01$) nach t-Test bzw. Varianzanalyse

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

Tab. 5.1.14: 3-Hydroxyphenanthren im Urin (µg/g Creatinin) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland

	N	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Gesamt	573	0,10	0,24	0,58	0,80	1,00	2,08	0,30	**0,24**	0,22 - 0,25
Geschlecht										
männlich	289	0,11	0,24	0,66	0,88	1,00	2,08	0,32	**0,25**	0,23 - 0,27
weiblich	284	0,09	0,24	0,54	0,66	1,04	1,26	0,28	**0,22**	0,20 - 0,24
Lebensalter										
18 - 19 Jahre	17	0,07	0,22	0,76			0,93	0,28	**0,20**	0,14 - 0,30
20 - 29 Jahre	98	0,11	0,20	0,46	0,55	0,66	0,70	0,25	**0,21**	0,19 - 0,24
30 - 39 Jahre	134	0,09	0,24	0,51	0,73	1,01	1,21	0,29	**0,23**	0,21 - 0,26
40 - 49 Jahre	116	0,12	0,27	0,79	0,99	1,58	1,92	0,37	**0,29**	0,25 - 0,33
50 - 59 Jahre	110	0,10	0,23	0,62	0,83	0,96	1,08	0,30	**0,24**	0,22 - 0,28
60 - 69 Jahre	96	0,06	0,24	0,64	0,90	1,10	2,08	0,31	**0,21**	0,17 - 0,26
Rauchstatus *										
Nichtraucher	389	0,08	0,19	0,50	0,64	0,91	2,08	0,25	**0,19**	0,18 - 0,21
Raucher	184	0,16	0,36	0,79	0,97	1,26	1,92	0,42	**0,35**	0,32 - 0,38
Anzahl Zigaretten pro Tag (Raucher) *										
bis 5	36	0,13	0,27	0,55	0,59		0,80	0,29	**0,26**	0,22 - 0,31
6 bis 10	29	0,16	0,32	0,84	1,22		1,26	0,39	**0,33**	0,27 - 0,41
11 bis 20	77	0,18	0,40	0,92	1,00	1,92	1,92	0,47	**0,40**	0,36 - 0,45
über 20	30	0,21	0,47	0,88	1,15		1,42	0,51	**0,43**	0,35 - 0,54
Heizungssystem *										
zentral	520	0,10	0,23	0,55	0,70	0,99	1,92	0,29	**0,23**	0,21 - 0,24
dezentral	52	0,13	0,36	0,90	1,08	2,03	2,08	0,46	**0,36**	0,29 - 0,43
Wohnort im Jahr 1998 *										
alte Länder	465	0,09	0,22	0,53	0,69	0,96	2,08	0,28	**0,22**	0,21 - 0,23
neue Länder	108	0,14	0,30	0,79	0,98	1,58	1,92	0,40	**0,32**	0,28 - 0,36

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile;
MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel;
KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM;
* = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0{,}01$) nach t-Test bzw. Varianzanalyse

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

Tab. 5.1.15: 3-Hydroxyphenanthren im Urin (µg/l) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland - Nichtraucher -

[Bestimmungsgrenze: 0,005 µg/l]

	N	n<BG	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Gesamt	389	2	0,08	0,25	0,74	1,01	1,30	4,62	0,35	**0,24**	0,22 - 0,26
Geschlecht *											
männlich	191	0	0,10	0,31	0,87	1,07	1,24	4,62	0,43	**0,32**	0,28 - 0,36
weiblich	198	2	0,06	0,20	0,58	0,93	1,37	3,05	0,28	**0,18**	0,16 - 0,21
Lebensalter *											
18 - 19 Jahre	10	0	0,13	0,31	1,19			1,24	0,43	**0,34**	0,22 - 0,52
20 - 29 Jahre	58	0	0,11	0,32	0,70	1,03	1,30	1,30	0,38	**0,31**	0,26 - 0,36
30 - 39 Jahre	84	0	0,10	0,30	0,91	1,01	1,71	3,05	0,41	**0,29**	0,25 - 0,35
40 - 49 Jahre	74	0	0,09	0,25	0,86	1,01	1,46	1,82	0,33	**0,24**	0,20 - 0,29
50 - 59 Jahre	77	0	0,07	0,22	0,71	1,15	1,51	1,69	0,33	**0,22**	0,18 - 0,28
60 - 69 Jahre	86	2	0,05	0,20	0,63	1,07	1,92	4,62	0,32	**0,17**	0,13 - 0,22
Heizungssystem *											
zentral	354	2	0,07	0,25	0,66	0,98	1,16	3,05	0,33	**0,22**	0,20 - 0,25
dezentral	35	0	0,11	0,48	1,30	1,72		4,62	0,65	**0,43**	0,32 - 0,58
Wohnort im Jahr 1998											
alte Länder	319	2	0,07	0,25	0,68	0,99	1,21	4,62	0,34	**0,23**	0,20 - 0,25
neue Länder	71	0	0,10	0,31	0,96	1,26	2,21	3,05	0,43	**0,30**	0,25 - 0,37

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Anzahl der Werte unter der Bestimmungsgrenze (BG); P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel; KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM; Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt;
* = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0{,}01$) nach t-Test bzw. Varianzanalyse

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

Tab. 5.1.16: 3-Hydroxyphenanthren im Urin (µg/g Creatinin) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland - Nichtraucher -

	N	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Gesamt	389	0,08	0,19	0,50	0,64	0,91	2,08	0,25	**0,19**	0,18 - 0,21
Geschlecht										
männlich	191	0,10	0,20	0,58	0,70	0,92	2,08	0,27	**0,21**	0,19 - 0,23
weiblich	198	0,08	0,18	0,46	0,61	0,95	1,10	0,23	**0,18**	0,16 - 0,20
Lebensalter										
18 - 19 Jahre	10	0,06	0,15	0,69			0,69	0,22	**0,16**	0,09 - 0,27
20 - 29 Jahre	58	0,08	0,17	0,33	0,45	0,58	0,58	0,19	**0,17**	0,15 - 0,19
30 - 39 Jahre	84	0,07	0,18	0,46	0,57	0,98	1,06	0,23	**0,18**	0,16 - 0,21
40 - 49 Jahre	74	0,11	0,19	0,45	0,60	0,84	0,88	0,24	**0,21**	0,18 - 0,23
50 - 59 Jahre	77	0,10	0,20	0,61	0,85	1,02	1,08	0,28	**0,22**	0,19 - 0,25
60 - 69 Jahre	86	0,05	0,23	0,64	0,90	1,27	2,08	0,29	**0,20**	0,16 - 0,24
Heizungssystem *										
zentral	354	0,08	0,18	0,46	0,59	0,80	1,10	0,23	**0,18**	0,17 - 0,20
dezentral	35	0,11	0,33	0,94	1,09		2,08	0,44	**0,33**	0,26 - 0,42
Wohnort im Jahr 1998 *										
alte Länder	319	0,08	0,17	0,46	0,62	0,90	2,08	0,24	**0,18**	0,17 - 0,20
neue Länder	71	0,14	0,24	0,61	0,81	1,02	1,10	0,31	**0,26**	0,22 - 0,30

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile;
MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel;
KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM;
* = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0{,}01$) nach t-Test bzw. Varianzanalyse

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

Tab. 5.1.17: Summe Hydroxyphenanthren im Urin (µg/l) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland

	N	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Gesamt	573	0,34	0,98	2,44	3,44	4,38	15,9	1,29	**0,95**	0,88 - 1,01
Geschlecht *										
männlich	289	0,44	1,15	2,63	3,45	4,02	9,82	1,40	**1,12**	1,03 - 1,21
weiblich	284	0,27	0,85	2,17	3,43	4,97	15,9	1,18	**0,80**	0,71 - 0,89
Lebensalter *										
18 - 19 Jahre	17	0,52	1,39	2,14			3,34	1,34	**1,13**	0,84 - 1,53
20 - 29 Jahre	98	0,47	1,18	2,24	3,33	4,02	6,57	1,39	**1,15**	1,02 - 1,31
30 - 39 Jahre	134	0,38	1,07	2,62	3,23	3,91	15,9	1,40	**1,07**	0,95 - 1,21
40 - 49 Jahre	116	0,36	0,98	3,60	4,69	5,28	6,70	1,53	**1,09**	0,94 - 1,27
50 - 59 Jahre	110	0,26	0,82	2,03	2,34	3,96	7,01	1,07	**0,81**	0,71 - 0,94
60 - 69 Jahre	96	0,19	0,79	1,93	2,85	4,03	9,82	1,00	**0,63**	0,50 - 0,78
Rauchstatus *										
Nichtraucher	389	0,29	0,84	2,23	3,11	3,96	15,9	1,14	**0,81**	0,75 - 0,89
Raucher	184	0,50	1,38	3,10	3,95	5,06	6,70	1,61	**1,30**	1,17 - 1,43
Anzahl Zigaretten pro Tag (Raucher)										
bis 5	36	0,44	1,21	2,05	2,63		2,79	1,22	**1,05**	0,86 - 1,28
6 bis 10	29	0,38	1,24	3,29	6,30		6,70	1,56	**1,20**	0,93 - 1,56
11 bis 20	77	0,67	1,58	2,88	4,80	5,76	6,57	1,77	**1,49**	1,31 - 1,70
über 20	30	0,32	1,68	3,89	4,01		4,05	1,88	**1,38**	1,00 - 1,92
Heizungssystem *										
zentral	520	0,33	0,93	2,33	3,26	4,04	15,9	1,24	**0,91**	0,85 - 0,98
dezentral	52	0,49	1,40	3,88	4,47	9,45	9,82	1,82	**1,37**	1,10 - 1,69
Wohnort im Jahr 1998 *										
alte Länder	465	0,31	0,94	2,36	3,25	4,03	9,82	1,22	**0,90**	0,83 - 0,97
neue Länder	108	0,45	1,16	3,33	4,21	6,70	15,9	1,61	**1,19**	1,03 - 1,37

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Anzahl der Werte unter der Bestimmungsgrenze (BG); P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel; KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM; Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt;
* = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0{,}01$) nach t-Test bzw. Varianzanalyse
Summe Hydroxyphenanthren: 1-Hydroxy-, 2/9-Hydroxy- und 3-Hydroxyphenanthren

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

Tab. 5.1.18: Summe Hydroxyphenanthren im Urin (µg/g Creatinin) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland

	N	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Gesamt	573	0,34	0,77	1,77	2,17	3,11	4,50	0,93	**0,76**	0,72 - 0,80
Geschlecht										
männlich	289	0,33	0,71	1,82	2,30	3,15	4,42	0,93	**0,75**	0,70 - 0,81
weiblich	284	0,36	0,80	1,69	2,06	2,97	4,50	0,94	**0,77**	0,71 - 0,83
Lebensalter *										
18 - 19 Jahre	17	0,22	0,63	1,90			2,00	0,79	**0,62**	0,44 - 0,88
20 - 29 Jahre	98	0,31	0,71	1,36	1,62	1,86	2,66	0,77	**0,67**	0,60 - 0,74
30 - 39 Jahre	134	0,33	0,68	1,63	2,13	3,22	3,88	0,87	**0,71**	0,64 - 0,79
40 - 49 Jahre	116	0,39	0,89	2,05	2,51	3,56	3,58	1,08	**0,89**	0,80 - 1,00
50 - 59 Jahre	110	0,46	0,79	1,84	2,06	3,04	4,50	0,99	**0,85**	0,77 - 0,94
60 - 69 Jahre	96	0,20	0,77	1,80	2,55	3,23	4,42	0,98	**0,72**	0,60 - 0,86
Rauchstatus *										
Nichtraucher	389	0,31	0,67	1,60	1,88	2,88	4,50	0,82	**0,66**	0,62 - 0,71
Raucher	184	0,48	1,00	2,01	2,51	3,53	3,58	1,16	**1,01**	0,93 - 1,09
Anzahl Zigaretten pro Tag (Raucher) *										
bis 5	36	0,41	0,78	1,47	1,79		2,14	0,87	**0,77**	0,65 - 0,91
6 bis 10	29	0,46	0,89	1,92	3,42		3,58	1,07	**0,92**	0,75 - 1,12
11 bis 20	77	0,51	1,12	2,28	2,70	3,55	3,55	1,28	**1,12**	1,00 - 1,26
über 20	30	0,70	1,34	2,21	2,80		3,16	1,37	**1,24**	1,06 - 1,46
Heizungssystem *										
zentral	520	0,34	0,75	1,69	2,06	2,74	4,50	0,90	**0,74**	0,70 - 0,78
dezentral	52	0,43	0,99	2,68	3,14	4,33	4,42	1,28	**1,03**	0,86 - 1,24
Wohnort im Jahr 1998 *										
alte Länder	465	0,33	0,72	1,65	2,01	2,61	4,50	0,87	**0,71**	0,67 - 0,76
neue Länder	108	0,53	0,93	2,19	3,13	3,58	3,88	1,18	**0,99**	0,89 - 1,11

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile;
MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel;
KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM;
* = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0,01$) nach t-Test bzw. Varianzanalyse
Summe Hydroxyphenanthren: 1-Hydroxy-, 2/9-Hydroxy- und 3-Hydroxyphenanthren

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

Tab. 5.1.19: Summe Hydroxyphenanthren im Urin (µg/l) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland - Nichtraucher -

	N	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Gesamt	389	0,29	0,84	2,23	3,11	3,96	15,89	1,14	**0,81**	0,75 - 0,89
Geschlecht *										
männlich	191	0,39	0,97	2,48	3,30	3,96	9,82	1,29	**1,02**	0,92 - 1,12
weiblich	198	0,23	0,70	1,91	2,71	4,02	15,89	1,00	**0,66**	0,58 - 0,75
Lebensalter *										
18 - 19 Jahre	10	0,52	0,90	3,19			3,34	1,22	**1,03**	0,71 - 1,48
20 - 29 Jahre	58	0,39	1,09	2,22	3,51	3,94	4,04	1,28	**1,05**	0,89 - 1,25
30 - 39 Jahre	84	0,35	0,88	2,67	3,47	6,59	15,89	1,34	**0,96**	0,81 - 1,13
40 - 49 Jahre	74	0,31	0,82	2,39	3,10	4,14	4,84	1,05	**0,80**	0,68 - 0,94
50 - 59 Jahre	77	0,25	0,79	2,06	3,38	5,82	7,01	1,12	**0,82**	0,69 - 0,98
60 - 69 Jahre	86	0,18	0,73	1,90	2,81	5,06	9,82	0,95	**0,58**	0,45 - 0,73
Heizungssystem *										
zentral	354	0,28	0,81	2,14	2,75	3,54	15,89	1,08	**0,78**	0,71 - 0,85
dezentral	35	0,49	1,38	3,55	5,13		9,82	1,80	**1,30**	0,99 - 1,70
Wohnort im Jahr 1998 *										
alte Länder	319	0,27	0,79	2,16	2,86	3,69	9,82	1,07	**0,77**	0,70 - 0,85
neue Länder	71	0,38	0,93	3,02	3,71	10,10	15,89	1,47	**1,04**	0,87 - 1,25

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile;
MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel;
KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM;
* = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0{,}01$) nach t-Test bzw. Varianzanalyse
Summe Hydroxyphenanthren: 1-Hydroxy-, 2/9-Hydroxy- und 3-Hydroxyphenanthren

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

Tab. 5.1.20: Summe Hydroxyphenanthren im Urin (µg/g Creatinin) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland - Nichtraucher -

	N	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Gesamt	389	0,31	0,67	1,60	1,88	2,88	4,50	0,82	**0,66**	0,62 - 0,71
Geschlecht										
männlich	191	0,31	0,66	1,67	1,99	2,88	4,42	0,82	**0,67**	0,62 - 0,74
weiblich	198	0,31	0,69	1,52	1,84	3,10	4,50	0,82	**0,66**	0,59 - 0,73
Lebensalter										
18 - 19 Jahre	10	0,16	0,49	2,00			2,00	0,65	**0,47**	0,29 - 0,78
20 - 29 Jahre	58	0,30	0,67	0,99	1,59	1,82	1,86	0,66	**0,59**	0,52 - 0,67
30 - 39 Jahre	84	0,28	0,54	1,44	1,78	3,27	3,88	0,75	**0,60**	0,53 - 0,69
40 - 49 Jahre	74	0,37	0,67	1,28	1,79	2,36	2,38	0,79	**0,69**	0,62 - 0,78
50 - 59 Jahre	77	0,38	0,72	1,84	2,45	3,93	4,50	0,96	**0,80**	0,70 - 0,91
60 - 69 Jahre	86	0,20	0,77	1,76	2,54	3,36	4,42	0,94	**0,68**	0,56 - 0,83
Heizungssystem *										
zentral	354	0,31	0,65	1,46	1,79	2,33	4,50	0,78	**0,64**	0,60 - 0,68
dezentral	35	0,38	0,98	3,05	3,25		4,42	1,26	**0,98**	0,77 - 1,25
Wohnort im Jahr 1998 *										
alte Länder	319	0,30	0,63	1,50	1,84	2,44	4,50	0,78	**0,62**	0,58 - 0,67
neue Länder	71	0,47	0,85	1,84	2,80	3,48	3,88	1,03	**0,88**	0,77 - 1,00

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile;
MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel;
KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM;
* = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0{,}01$) nach t-Test bzw. Varianzanalyse
Summe Hydroxyphenanthren: 1-Hydroxy-, 2/9-Hydroxy- und 3-Hydroxyphenanthren

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

5.1.2 Zeitlicher Vergleich

Bei einem zufällig ausgewählten Unterkollektiv von 150 Probanden des Umwelt-Survey 1990/92 (25- bis 69-jährige Personen), die angegeben hatten, niemals geraucht zu haben, wurden während der Laufzeit des Umwelt-Surveys 1998 die Gehalte der PAK-Metabolite im Urin untersucht. In der **Tabelle 5.1.21** und der **Tabelle 5.1.22** sind die Daten des Umwelt-Surveys 1990/92 denen des Umwelt-Surveys 1998 jeweils in den alten und neuen Bundesländern gegenübergestellt. Für diesen Vergleich wurde die beiden Surveys gemeinsame Bevölkerungsgruppe der 25- bis 69-jährigen deutschen Personen berücksichtigt. Da es sich um ein relativ kleines Untersuchungskollektiv handelt, wurde keine Gewichtung der Daten vorgenommen (vgl. Kap. 2.3.6).

In den alten Bundesländern ist für den genannten Zeitraum keine Veränderung des mittleren 1-Hydroxypyrengehaltes im Urin von Nierauchern festzustellen. Der mittlere 1-Hydroxypyrengehalt der Bevölkerung der neuen Bundesländer hat um etwa 60 % von 0,28 µg/l auf 0,11 µg/l abgenommen und sich damit dem mittleren Gehalt der Bevölkerung der alten Bundesländer angenähert.

Bei den Hydroxyphenanthrenen ist in den alten und in den neuen Bundesländern eine Abnahme des mittleren Gehaltes im Urin der Nieraucher festzustellen. Die Abnahme ist in den neuen Bundesländern mit 50 bis 60 % je nach Verbindung deutlicher als in den alten Bundesländern. Auch bei den Hydroxyphenanthrenen haben sich somit die mittleren Gehalte in den neuen Bundesländern denen in den alten Bundesländern angenähert.

Tab. 5.1.21: PAK-Metabolite im Urin (µg/l) der 25- bis 69-jährigen deutschen Nieraucher in den Jahren 1990/92 und 1998

	N	n<BG	P10	P50	P90	P95	P98	Max	AM	GM	KI GM
1-OH-Pyren (BG= 0,012 µg/l)											
Alte Länder											
Survey 1990/91	75	6	0,02	0,12	0,38	0,43	0,67	0,87	0,16	**0,10**	0,08 - 0,13
Survey 1998	182	7	0,03	0,09	0,27	0,39	0,58	0,95	0,13	**0,09**	0,08 - 0,10
Neue Länder *											
Survey 1991/92	75	2	0,10	0,30	0,94	1,29	1,91	2,08	0,42	**0,28**	0,22 - 0,36
Survey 1998	45	1	0,02	0,11	0,45	0,70		0,85	0,18	**0,11**	0,08 - 0,15
$\Sigma_{1,2/9,3}$-OH-Phenanthren											
Alte Länder *											
Survey 1990/91	75		0,29	1,22	2,59	3,21	4,29	4,52	1,46	**1,14**	0,95 - 1,36
Survey 1998	182		0,27	0,80	1,89	2,40	3,34	7,01	0,99	**0,74**	0,65 - 0,84
Neue Länder *											
Survey 1991/92	75		0,96	2,16	4,49	7,13	10,4	10,8	2,63	**2,08**	1,77 - 2,45
Survey 1998	45		0,37	0,86	1,93	3,42		4,65	1,07	**0,85**	0,70 - 1,05
1-OH-Phenanthren (BG = 0,016 µg/l)											
Alte Länder *											
Survey 1990/91	75	0	0,16	0,54	1,38	1,71	1,93	2,10	0,69	**0,53**	0,44 - 0,64
Survey 1998	182	3	0,12	0,32	0,77	1,01	1,37	2,16	0,40	**0,30**	0,26 - 0,34
Neue Länder *											
Survey 1991/92	75	0	0,36	0,85	2,00	3,38	5,14	6,55	1,16	**0,89**	0,75 - 1,05
Survey 1998	45	0	0,14	0,34	0,88	1,61		2,24	0,47	**0,35**	0,28 - 0,44
2/9-OH-Phenanthren (BG = 0,004 µg/l)											
Alte Länder *											
Survey 1990/91	75	0	0,08	0,30	0,69	0,80	0,97	1,02	0,34	**0,27**	0,23 - 0,32
Survey 1998	182	2	0,07	0,21	0,54	0,67	1,03	3,17	0,28	**0,20**	0,17 - 0,23
Neue Länder *											
Survey 1991/92	75	0	0,21	0,52	1,08	1,31	3,71	5,44	0,66	**0,50**	0,43 - 0,60
Survey 1998	45	0	0,11	0,24	0,54	0,81		0,98	0,29	**0,24**	0,19 - 0,29
3-OH-Phenanthren (BG = 0,005 µg/l)											
Alte Länder *											
Survey 1990/91	75	0	0,06	0,35	0,90	0,97	1,66	2,00	0,43	**0,31**	0,25 - 0,38
Survey 1998	182	1	0,07	0,24	0,63	0,96	1,18	1,69	0,31	**0,22**	0,19 - 0,25
Neue Länder *											
Survey 1991/92	75	0	0,26	0,63	1,50	2,03	2,92	3,13	0,82	**0,62**	0,52 - 0,75
Survey 1998	45	0	0,10	0,23	0,58	1,05		1,43	0,32	**0,25**	0,20 - 0,31

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Anzahl der Werte unter der Bestimmungsgrenze (BG); P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel; KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM; Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt; die Daten dieser kleinen Stichprobe wurden ungewichtet verrechnet; * = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0,01$) nach t-Test

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

Tab. 5.1.22: PAK-Metabolite im Urin (µg/g Creatinin) der 25- bis 69-jährigen deutschen Nieraucher in den Jahren 1990/92 und 1998

	N	P10	P50	P90	P95	P98	Max	AM	GM	KI GM
1-OH-Pyren										
Alte Länder										
Survey 1990/91	75	0,02	0,08	0,19	0,28	0,58	0,75	0,11	**0,08**	0,06 - 0,09
Survey 1998	182	0,03	0,07	0,17	0,20	0,41	0,51	0,09	**0,07**	0,06 - 0,08
Neue Länder *										
Survey 1991/92	75	0,07	0,20	0,51	0,62	1,29	1,79	0,26	**0,19**	0,16 - 0,24
Survey 1998	45	0,03	0,10	0,31	0,58		0,90	0,15	**0,11**	0,08 - 0,14
$\Sigma_{1,2/9,3}$-OH-Phenanthren										
Alte Länder *										
Survey 1990/91	75	0,48	0,89	1,80	2,40	2,86	3,05	1,01	**0,88**	0,78 - 1,00
Survey 1998	182	0,28	0,63	1,45	1,69	1,96	4,50	0,74	**0,61**	0,56 - 0,67
Neue Länder *										
Survey 1991/92	75	0,71	1,46	3,06	4,07	5,62	5,62	1,69	**1,42**	1,24 - 1,63
Survey 1998	45	0,39	0,84	2,12	2,84		3,11	1,00	**0,83**	0,70 - 1,00
1-OH-Phenanthren										
Alte Länder *										
Survey 1990/91	75	0,22	0,40	0,88	1,27	1,79	2,12	0,49	**0,41**	0,36 - 0,47
Survey 1998	182	0,11	0,25	0,61	0,74	1,08	1,38	0,31	**0,25**	0,22 - 0,27
Neue Länder *										
Survey 1991/92	75	0,26	0,65	1,37	2,03	3,23	3,64	0,77	**0,61**	0,52 - 0,71
Survey 1998	45	0,15	0,32	0,78	1,30		1,50	0,42	**0,35**	0,29 - 0,42
2/9-OH-Phenanthren										
Alte Länder *										
Survey 1990/91	75	0,12	0,21	0,42	0,46	0,59	0,69	0,24	**0,21**	0,19 - 0,23
Survey 1998	182	0,08	0,16	0,37	0,50	0,61	2,03	0,21	**0,16**	0,15 - 0,18
Neue Länder *										
Survey 1991/92	75	0,18	0,34	0,70	0,77	1,62	2,19	0,41	**0,35**	0,30 - 0,39
Survey 1998	45	0,10	0,22	0,59	0,70		0,85	0,28	**0,23**	0,19 - 0,28
3-OH-Phenanthren										
Alte Länder *										
Survey 1990/91	75	0,12	0,25	0,49	0,71	0,98	1,09	0,28	**0,24**	0,21 - 0,28
Survey 1998	182	0,08	0,19	0,45	0,58	0,70	1,08	0,23	**0,18**	0,16 - 0,20
Neue Länder *										
Survey 1991/92	75	0,19	0,43	1,03	1,12	1,44	1,68	0,51	**0,43**	0,37 - 0,49
Survey 1998	45	0,14	0,23	0,71	0,93		1,10	0,30	**0,24**	0,20 - 0,29

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel; KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM; Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt; die Daten dieser kleinen Stichprobe wurden ungewichtet verrechnet; * = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0,01$) nach t-Test

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

5.1.3 Diskussion

Die Ergebnisse der Untersuchung der PAK-Metabolite wurden bezogen auf das Urinvolumen und auf Creatinin dargestellt, um dem Leser einen Vergleich mit anderen oder eigenen Daten zu ermöglichen. Mehrere Autoren (u.a. Kang et al. 1995, Levin et al. 1995, Siwinska et al. 1998, Sithisarankul et al. 1997) berichten, dass durch einen Creatininbezug in der Regel keine Verbesserung der Zusammenhänge zwischen Exposition und Exkretion der PAK-Metabolite zu beobachten ist.

Die Ausscheidung der PAK-Metabolite ist bei Volumenbezug abhängig vom *Geschlecht* (Männer weisen höhere geometrische Mittelwerte auf als Frauen) und vom *Lebensalter* (Abnahme mit dem Lebensalter). Gleichzeitig weisen Männer eine höhere Creatininausscheidung auf als Frauen und der Creatiningehalt im Urin nimmt mit dem Lebensalter ab. Bei Bezug der Daten auf Creatinin sind das Geschlecht und das Lebensalter keine signifikanten Einflussgrößen.

Das *Rauchen* gilt als ein wesentlicher Expositionspfad für die korporale Belastung mit PAK. Die Ergebnisse des Umwelt-Surveys bestätigen dies. Auch in einer Vielzahl von anderen Studien wurden bei Rauchern höhere 1-Hydroxypyrengehalte bestimmt als bei Nichtrauchern (vgl. **Tab. 5.1.24**). Raucher weisen zudem eine höhere Ausscheidung der Hydroxyphenanthrenmetabolite auf. Einige Autoren (Angerer et al. 1997, Heudorf und Angerer 2000b, Jacob et al. 1999) berichten, allerdings bei kleineren Probandenzahlen, dass sie in Bezug auf die Ausscheidung von 1-Hydoxyphenanthren keinen Unterschied zwischen Rauchern und Nichtrauchern feststellen konnten. Sie postulierten, dies könne eine Möglichkeit darstellen, eine berufliche oder umweltbedingte PAK-Belastung von einer durch das Rauchen bedingten Belastung zu unterscheiden. Auf eine weitergehende Betrachtung der Verhältnisse der untersuchten PAK-Metabolite zueinander, wurde im Rahmen der vorliegenden Auswertung verzichtet.

Eine getrennte Deskription der Exraucher wurde nicht vorgenommen, da die statistische Testung zeigte, dass bei Nichtrauchern und Exrauchern kein signifikant unterschiedlicher mittlerer Gehalt der PAK-Metabolite im Urin vorliegt. Dies ist bei den relativ kurzen Halbwertzeiten der PAK-Metabolite plausibel. Außerdem waren in dem Kollektiv von 573 Probanden nur sehr Wenige, die angegeben hatten, innerhalb des letzten Jahres vor Beginn der Studie, das Rauchen eingestellt zu haben. In der Untersuchung von Goen et al. (1995) hatte sich für Exraucher ein ähnlich hoher mittlerer 1-Hydroxypyrengehalt ergeben wie für Raucher. Sie diskutierten in diesem Zusammenhang, dass die Teerrückstände in der Lunge eine lange Halbwertzeit besitzen könnten. Allerdings fehlt in der Veröffentlichung eine Angabe über die Dauer des "Nicht-mehr-Rauchens" der Probanden.

Dass die Exkretion dosisabhängig ist, zeigt sich an der Signifikanz des Gliederungsmerkmals *Anzahl der täglich gerauchten Zigaretten*. Auch andere Autoren (Jongeneelen et al. 1990, Merlo et al. 1998, Roggi et al. 1997, Van Rooij et al. 1994) konnten einen deutlichen Zusammenhang zwischen der Zahl der Zigaretten und der 1-Hydroxypyren-Ausscheidung aufzeigen.

Eine Verifizierung der Angaben der Probanden zum Rauchverhalten ist im Rahmen dieser Deskription nicht erfolgt. Generell könnte man z.B. den Cotiningehalt im Urin dafür heranziehen

(Scherer et al. 2000). Bei einem solchen Vorgehen besteht allerdings das Problem, den richtigen *Cut-Off Point* für den Ausschluss von Rauchern aus der Gruppe der Nichtraucher festzulegen.

Ein geeigneter Biomarker für die Exposition gegenüber PAK sollte die Exposition durch das Rauchen erfassen und wenn möglich auch die durch das *Passivrauchen*. Jongeneelen (1994) stellte fest, dass die Wirkung des Rauchens leicht aufgezeigt werden kann, die Belastung durch Passivrauchen aber viel schwieriger zu detektieren sein dürfte. Auch Scherer et al. (2000) zeigten in theoretischen Überlegungen an Hand der durchschnittlichen PAK-Konzentrationen in der Innenraumluft von Räumen, in denen geraucht wird bzw. nicht geraucht wird, dass ein Effekt des Passivrauchens kaum nachweisbar ist. Im Rahmen des Umwelt-Surveys wurde zum einen gefragt, ob sich der Proband in Räumen aufhält, in denen geraucht wird, und zum anderen wurde die Zahl der rauchenden Personen im Haushalt erfragt. Möglicherweise würde sich eine Verbesserung der Aufklärung der Zusammenhänge zwischen der Ausscheidung der PAK-Metabolite und der Passivrauchbelastung ergeben, wenn nach einer konkreten Aufenthaltszeit in durch Zigarettenrauch belasteten Räumen in den Tagen vor der Probenahme gefragt würde.

Das Vorkommen einer *dezentralen Wohnraumheizung* führt zu höheren Gehalten der PAK-Metabolite im Urin. Eine Ofenheizung oder das Betreiben von Kaminen sind bekannte Innenraumquellen für PAK (Dubowsky et al. 1999, Moriske et al. 1996).

Im Weiteren folgen einige Bemerkungen zu potentiellen Gliederungsmerkmalen, die zur Deskription der PAK-Metabolite im Urin herangezogen wurden, aber keine signifikanten Zusammenhänge erbrachten.

Der *Straßenverkeh*r gilt als eine Quelle für PAK. Er ist sogar die hauptsächliche Quelle für die Konzentration von PAK in Innenräumen von Nichtraucherhaushalten außerhalb der Heizperiode (Dubowsky et al. 1999). Alle Gliederungsmerkmale zu diesem Themenkomplex, die sich aus den Fragebogendaten des Umwelt-Surveys generieren ließen, wie *Gemeindegröße*, *Wohngebiet*, *Bebauungsart* und *Art der Wohnstrasse* stellten jedoch keine signifikanten Gliederungsmerkmale für die Ausscheidung von PAK-Metaboliten dar. In einer in Italien durchgeführten Studie (Merlo et al. 1998) waren Verkehrspolizisten im Gegensatz zu einem Vergleichskollektiv zwar einer deutlich höheren Exposition gegenüber PAK in der Luft ausgesetzt, die Ausscheidung von PAK-Metaboliten war jedoch zwischen den Gruppen nicht signifikant unterschiedlich.

Auch in anderen größeren Studien ist es oft nicht gelungen, einen Einfluss von Bedingungen der *Ernährung* nachzuweisen, obwohl die Nahrung, neben dem Rauchen, als die wesentlichste Quelle für PAK gilt. Lebensmittel, die potentiell reich an PAK sein können, sind Öle und Fette, gebratene und geräucherte Lebensmittel, gerösteter Kaffee, Tee, grünes Blattgemüse, Toastbrot, Kartoffelchips (Buckley und Lioy 1992). Es gilt jedoch generell, dass eine große Heterogenität der Daten hinsichtlich der Zufuhr durch unterschiedliche Zubereitungsarten resultiert. Im Rahmen des Umwelt-Surveys wurde, wie in der Mehrzahl anderer Studien zur Belastungssituation der Allgemeinbevölkerung, eine Häufigkeitsabfrage zur Erfassung des Nahrungspfades herangezogen. Im Allgemeinen gelingt es jedoch damit nicht, den Belastungspfad abzubilden (Roggi et al. 1997, Merlo et al. 1998). Bei der Abfrage des *Konsums von Gebratenem oder Gegrilltem in den letzten 24h vor der Probenahme*, konnte der Einfluss der Nahrung aufgezeigt werden (Sithisarankul et al. 1997).

In der vorliegenden Studie wurde ein, allerdings schwacher, Einfluss des *Alkoholkonsums* auf die Gehalte der PAK-Metabolite im Urin gefunden (höhere Gehalte bei höherem Alkoholkonsum). Die Wirkung des Alkohols auf den Metabolismus der PAK gilt bisher als nicht aufgeklärt. Zwar wird im Allgemeinen davon ausgegangen, dass akuter Alkoholkonsum einen inhibitorischen Effekt auf den Metabolismus von Xenobiotika hat, während bei chronischem Alkoholkonsum ein induktiver Effekt vorliegt (Van Rooij et al. 1994). Im Tierexperiment wurde aber ein geringerer Gehalt an Metaboliten des Benzo(a)pyrens bei dauernder Alkoholgabe gefunden. In anderen Bevölkerungsstudien konnte ein Einfluss des Alkoholkonsums nicht nachgewiesen werden (Van Rooij et al. 1994).

Die Daten des Umwelt-Surveys zeigen einen deutlichen *zeitlichen Trend* der Abnahme der PAK-Gehalte im Urin der Nieraucher von 1990/92 bis 1998, vor allem in den neuen Bundesländern. Ein zeitlicher Trend der Luft- bzw. Staubbelastung, lässt sich bezogen auf das Benzo(a)pyren seit langem feststellen. Die seit Ende der 60er Jahre bis etwa Mitte der 70er Jahre punktuell durchgeführten Messungen von Benzo(a)pyren, ergaben Konzentrationen zum Teil deutlich über 10 ng/m^3. Seit den 80er Jahren werden Konzentrationen unter 10 ng/m^3 bestimmt (Pott und Heinrich 1990). Im Rahmen einer Abschätzung des Krebsrisikos durch Luftverunreinigungen wurden zwischen 1992 und 1997 für Gebiete in Baden-Württemberg Benz(a)pyren-konzentrationenen um 1 ng/m^3 ermittelt. In derselben Untersuchung wurden für Ballungsgebiete in Sachsen-Anhalt dagegen bis 7 ng/m^3 festgestellt (Hanß et al. 1997). Letzteres Ergebnis liefert gleichzeitig eine mögliche Erklärung für die im Rahmen des Umwelt-Surveys festgestellte unterschiedliche PAK-Ausscheidung bei der Bevölkerung in den alten und neuen Bundesländern.

Daten über eine zeitliche Veränderung der PAK-Gehalte in zur kommerziellen Vermarktung hergestellten geräucherten Lebensmitteln liegen nicht in ausreichendem Maße vor. Jedoch dürfte durch die Anwendung von dem Stand der Technik entsprechenden Räucheranlagen vor allem in den neuen Bundesländern (Westphal et al. 1994) und dem Einsatz von Raucharomen von einer Verringerung der PAK-Gehalte in geräucherten Lebensmitteln auszugehen sein. Außerdem wurde die Bevölkerung in den letzten Jahren über die Gefahren der Bildung krebserregender Stoffe beim privaten Grillen oder beim Konsum stark verbrannter Lebensmittel aufgeklärt. Somit ist anzunehmen, dass Verhaltensänderungen stattgefunden haben.

Die Daten des Umwelt-Surveys 1998 können zur Festlegung von Referenzwerten für die PAK-Metaboliten herangezogen werden. Von Angerer (1999) wurde aufgrund der bis dahin in der Bundesrepublik durchgeführten Untersuchungen ein vorläufiger Referenzwert für 1-Hydroxypyren von 0,5 µg/g Creatinin für Nichtraucher und von 1,0 µg/g Creatinin für Raucher vorgeschlagen. Bei Nichtrauchern und bei Rauchern entspricht dies in etwa dem 98. Perzentil der Daten des Umwelt-Surveys 1998.

In der **Tabelle 5.1.24** sind die Ergebnisse des Umwelt-Surveys für 1-Hydroxypyren und Ergebnisse aus der Literatur zusammengestellt (vgl. Kap. 2.3.7). Auch bei anderen in Deutschland durchgeführten Studien werden für Nichtraucher Werte im Bereich um 0,1 µg/g Creatinin gemessen. Bei Rauchern liegen die Mittelwerte etwa doppelt so hoch. Von einzelnen Ausnahmen abgesehen, unterscheiden sich die Daten aus den unterschiedlichen Ländern bei gleichzeitiger Berücksichtigung des Untersuchungsjahres nur wenig, was Levin schon 1995 feststellte.

Die Untersuchung von Hydroxyphenanthrenen ist noch keine gängige Methode zur Bestimmung einer Exposition mit PAK, so dass nur wenige Daten zur Einordnung der im Umwelt-Survey erzielten Ergebnisse vorliegen (**Tab. 5.1.23**). Die Studie von Angerer et al. (1997) wurde in den Jahren 1991 bis 1993 in einem Belastungsschwerpunkt des Ruhrgebietes durchgeführt. Die mittleren Gehalte der Nichtraucher liegen in einem Bereich, wie er für die Nieraucher des Umwelt-Surveys 1990/92 in West- und Ostdeutschland ermittelt wurden. Bei den von Heudorf und Angerer (2000b) in den Jahren 1997/98 durchgeführten Untersuchungen wurden Kinder im Alter von bis zu 6 Jahren untersucht.

Tab. 5.1.23: Hydroxyphenanthrene im Urin der Bevölkerung in Deutschland

	US 1990/92 25-69 Jahre M,F: N=150 West/Ost* GM (µg/g Crea)	US 1998 18-69 Jahre M,F: N=573 GM (µg/g Crea)	1991/93 Ruhrgebiet F: N=124 (Angerer et al. 1997) GM (µg/g Crea)	1997/98 Frankfurt/Main K: N=237 (Heudorf und Angerer 2000b) 50.P. (µg/g Crea)
1-Hydroxypyren				
R	West/Ost*	0,19	0,48	
NR	0,08/0,19	0,08	0,15	0,15
1-Hydroxyphenanthren				
R		0,40	0,53	
NR	0,41/0,61	0,27	0,51	0,45
2/9-Hyroxyphenanthren				
R		0,22	0,41	
NR	0,21/0,35	0,18	0,31	0,22
3-Hydroxyphenanthren				
R		0,35	0,61	
NR	0,24/0,43	0,19	0,31	0,37

Anmerkungen: GM = geometrischer Mittelwert, 50.P. = 50. Perzentil, F = Frauen, M = Männer;
K = Kinder, N = Stichprobenumfang, NR = Nichtraucher, R = Raucher, US = Umwelt-Survey
* Im Rahmen des Umwelt-Surveys 1990/92 wurden nur Nieraucher untersucht.

Tab. 5.1.24: 1-Hydroxypyren-Gehalt im Urin der Bevölkerung in Deutschland und in anderen Ländern

Land (Autoren)	Jahr	Kollektiv	Rauch-status	N	statistische Kenngrößen in µg/gCrea		
Deutschland							
Umwelt-Survey II	1990/92	Allgemeinbevölkerung; M,F: 25-69 Jahre; Morgenurin	NieR	150	GM=0,12	50.P.=0,14	95.P.=0,55
Umwelt-Survey III	1998	Allgemeinbevölkerung; M,F: 18-69 Jahre; Morgenurin	R	184	GM=0,19	50.P.=0,19	95.P.=0,73
			NR	389	GM=0,08	50.P.=0,08	95.P.=0,29
(Angerer et al. 1992)		Schleswig Holstein/Franken, Kontrollkollektiv;	R	20	50.P.=0,24	95.P.=0,55	
		M,F: 18-84 Jahre; Spontanurin	NR	28	50.P.=0,11	95.P.=0,28	
(Angerer et al. 1997)	1991/93	Belastungsschwerpunkt Ruhrgebiet;	R	27	50.P.=0,48	95.P.=1,45	
		F: mittleren Alters; Morgenurin	NR	97	50.P.=0,15	95.P.=0,46	
(Goen et al. 1995)	1990/95	Süddeutschland, Allgemeinbevölkerung	R	21	50.P.=0,23	95.P.=0,55	
			NR	28	50.P.=0,12	95.P.=0,33	
		Süddeutschland, Allgemeinbevölkerung	R	20	50.P.=0,28	95.P.=0,52	
			NR	49	50.P.<0,04	95.P.=0,38	
		Verwaltungsangestellte einer Müllverbrennungsanlage	R	08	50.P.= 0,17		
			NR	13	50.P.= 0,10		
(Scherer et al. 2000)	1996	München und Vororte, M,F: 18-70 Jahre	R	27	AM=0,35 µg/24h	Max=1,2 µg/24h	
			NR	42	AM=0,16 µg/24h	Max=0,5 µg/24h	
(Heudorf 1999b)	1998	Bewohner der ehemaligen US-Housings;	R	131	50.P.=0,14	95.P.=0,47	
		M,F ≥ 20 Jahre	NR	289	50.P.=0,08	95.P.=0,26	
Italien							
(Roggi et al. 1997)	?	Pavia, Allgemeinbevölkerung; M,F: 20-79 Jahre	R	92	50.P.=0,33	95.P.=1,1	
			NR	327	50.P.=0,15	95.P.=0,7	
(Merlo et al. 1998)	1993/94	Genua, Verkehrspolizisten und Kontrollen	R	43	AM=0,34-0,44[1)]		
		M,F: 35,7 ± 6 Jahre und 38,5 ± 5 Jahre	NR	89	AM=0,17[1)]		

Anmerkungen:
[1)]: Werte wurden berechnet nach der Formel: 1 µmol/mol Crea = 1,93 µg/g Crea ≈ 3 µg/l (Levin et al. 1995),
NieR = Nieraucher, NR = Nichtraucher, R = Raucher

Tab. 5.1.24: -Fortsetzung-

Land (Autoren)	Jahr	Kollektiv	Rauch-status	N	statistische Kenngrößen in µg/gCrea	
Kanada						
(Viau et al. 1995)	?	Kontrollgruppe aus Universitäts- und Büroangestellten, M,F; Spontanurin	R NR	45 95	GM=0,23[1)] GM=0,14[1)]	95.P.=0,63[1)] (R,NR)
Niederlande						
(Boogaard und van Sittert 1995)	1987/92	Arbeiter ohne spezielle Exposition, Spontanurin	R/NR	236	50.P.=0,21[1)]	97,5.P.=0,98[1)]
(Van Rooij et al. 1994)	1992	Freiwillige ohne berufliche Exposition; M: 21-64 Jahre; Morgen- und Spontanurin	R NR	37 39	50.P.=0,48[1)] 50.P.=0,23[1)]	95%CI: <0,2-1,5[1)] 95%CI: <0,1-0,6[1)]
Polen						
(Ovebro et al. 1995)	1992/93	nicht-industrialisierte Region in Schlesien	R NR	27 18	GM=0,58[1)] GM=0,27[1)]	
Schweden						
(Levin et al. 1995)	1988/90	Büroangestellte; Spontanurin	R NR	10 14	50.P.=0,26 µg/l 50.P.=0,07 µg/l	
Tschechien						
(Vyskocil et al. 1997)	1995/96	Drei unterschiedliche Regionen, M,F	R,NR	62	50.P.=0,06-0,23[1)]	Max=1,4[1)]
Türkei						
(Burgaz et al. 1992)	?	Kontrollkollektiv, Universitätsangestellte; M: 21-62 Jahre; Spontanurin	R NR	14 15	AM=0,64[1)] AM=0,46[1)]	
USA						
(Buckley et al. 1997)	1993	Texas, Rio Grande Valley; M,F: 21-73 Jahre; Morgenurin	NR	12	50.P.=0,1 µg/l	Max=2,4 µg/l
(Santella et al. 1994)	?	Freiwillige; M,F: 45±15 Jahre; 32 % Raucher	R,NR	53	AM=0,22[1)]	Max=0,8[1)]
(Chuang et al. 1999)	1994/95	North Carolina, Personen mit geringem Einkommen; M,F; Spontanurin	R,NR	24	AM=0,09 µg/l	Max=0,36 µg/l

Anmerkungen:
[1]: Werte wurden berechnet nach der Formel: 1 µmol/mol Crea = 1,93 µg/g Crea ≈ 3 µg/l (Levin et al. 1995),
NieR = Nieraucher, NR = Nichtraucher, R = Raucher

5.2 PCP und andere Chlorphenole

Pentachlorphenol zählt wegen seiner weiten Verbreitung in der Umwelt, seiner Toxizität und seiner Dioxinverunreinigungen zu den bedeutenden Umweltchemikalien (Kommission Human-Biomonitoring 1997). Die niedriger chlorierten Phenole weisen zwar graduell, aber nicht grundsätzlich andere gesundheitliche Wirkungen auf als PCP und wurden daher in das Spektrum der im Rahmen der Umwelt-Surveys untersuchten Substanzen aufgenommen.

PCP ist ein Breitspektrum-Biozid, welches vor allem als Fungizid in Holzschutzmitteln sowie als Konservierungsmittel, Algizid und Desinfektionsmittel verwendet wurde. Der Hauptanwendungsbereich lag im Bereich des Holz- und Bautenschutzes sowie in der Konservierung von Textil - und Lederwaren (Detzel et al. 1998). In den 60er und 70er Jahren wurde es häufig in Wohn- und Innenräumen als Holzschutzmittelwirkstoff eingesetzt. Seit 1989 sind in der Bundesrepublik die Herstellung, das Inverkehrbringen und die Verwendung von PCP und seinen Verbindungen durch die Pentachlorphenol-Verbots-Verordnung (PCP-V) untersagt. Dennoch können durch Altlasten in Form von behandeltem Holz sowie durch PCP-behandelte Importprodukte (Import-Hölzer, Leder- und Textilwaren) individuell Expositionen vorkommen.

Chlorphenole werden in Industrie, Gewerbe, Landwirtschaft und privaten Haushalten für verschiedenste Anwendungszwecke eingesetzt. Ausgangsverbindungen für eine Exposition mit Chlorphenolen können, neben den Verbindungen selbst, auch Chorbenzole, Hexachlorcyclohexan und Chlorphenoxycarbonsäuren sein, die im menschlichen Körper zu Chlorphenolen metabolisiert werden. Diese chemischen Verbindungen werden in Industrie, Gewerbe, Landwirtschaft und privaten Haushalten z.B. als Fungizide, Insektizide, Herbizide und Desinfektionsmittel eingesetzt. Außerdem können Chlorphenole bei Verbrennung von organischem Material in Anwesenheit von Chlor entstehen. Eine Übersicht über die Verwendungsgebiete geben Wrbitzky et al. (1994).

Chlorierte Phenole werden gut oral, pulmonal und perkutan resorbiert. Mit dem Chlorierungsgrad der Phenole nimmt ihre Fettlöslichkeit und Persistenz zu (WHO 1989). Mono- und dichlorierte Phenole werden aus dem menschlichen Körper mit einer Halbwertzeit von einigen Stunden ausgeschieden (WHO 1989). Für die Elimination nach chronischer Exposition kann für PCP eine Halbwertzeit von 10 bis 20 Tagen angenommen werden, wobei die renale Elimination überwiegt (Heinzow et al. 1992). Chlorphenole sind häufig Metabolite anderer chlorierter Substanzen. So kann PCP als Metabolit von HCB und vermutlich auch von HCH und Pentachlornitrobenzol entstehen (Koss und Kobransky 1987). 2,5-Dichlorphenol ist z.B. Metabolit des p-Dichlorbenzols, welches als WC-Deodorant und Mottenschutzmittel verwendet wird (Wribitzky et al. 1994).

Der Gehalt an chlorierten Phenolen im Serum ist ein guter Indikator für die aktuelle Belastung. Der Gehalt im Urin repräsentiert einen Belastungsquerschnitt über einen längeren Zeitraum und gilt als Indikator für die Gesamtkörperlast (Heinzow 1992).

PCP und die Chlorphenole 4-Monochlorphenol, 2,4-Dichlorphenol, 2,5-Dichlorphenol, 2,6-Dichlorphenol, 2,3,4-Trichlorphenol, 2,3,4,6-Tetrachlorphenol wurden in einem Unterkollektiv von 692 Probanden des Umwelt-Surveys 1998 analysiert. Die Ergebnisse werden im Folgenden dargestellt.

5.2.1 Ergebnisse

Die statistischen Kennwerte zur Beschreibung der Verteilungen der Gehalte der Chlorphenole im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland im Jahr 1998 sind in den **Tabellen 5.2.1** bis **5.2.18** dargestellt.

Die geometrischen Mittelwerte des **4-Monochlorphenol**-Gehaltes (4-MCP) im Urin betragen 4,9 µg/l bzw. 3,9 µg/g Creatinin. Nur bei Bezug auf Creatinin ist eine Abhängigkeit des Gehaltes vom Geschlecht und dem Lebensalter festzustellen. Frauen weisen einen höheren Gehalt an 4-MCP auf als Männer und der 4-MCP-Gehalt nimmt mit dem Lebensalter zu.

Bei **2,4-Dichlorphenol** (2,4-DCP) wird ein mittlerer Gehalt im Urin von 0,5 µg/l bzw. 0,4 µg/g Creatinin ermittelt. Bei Bezug auf Creatinin nimmt der 2,4-DCP-Gehalt mit dem Lebensalter zu.

Der mittlere Gehalt an **2,5-Dichlorphenol** (2,5-DCP) beträgt 1,9 µg/l bzw. 1,5 µg/g Creatinin. Nur bei Volumenbezug nimmt der mittlere 2,5-DCP-Gehalt im Urin mit dem Lebensalter ab. Bei der Bevölkerung der neuen Bundesländer (Wohnort im Jahr 1998) liegt ein höherer mittlerer 2,5-DCP-Gehalt vor als bei der Bevölkerung der alten Bundesländer. Die Häufigkeit der Biozidanwendung im Haushalt zur Insektenvernichtung oder zum Textilschutz hat einen Einfluss auf den 2,5-DCP-Gehalt im Urin. Eine regelmäßige Anwendung von Bioziden zu diesen Zwecken, führt zu höheren mittleren Gehalten im Urin.

Bei einem Anteil von 24 % der Bevölkerung war **2,6-Dichlorphenol** (2,6-DCP) in den Urinproben nachweisbar. Der Anteil der Bevölkerung mit Proben, in denen 2,6-DCP bestimmbar ist, nimmt mit dem Lebensalter bei Volumenbezug ab. Bei dem rechnerischen Bezug auf Creatinin ergibt sich jedoch eine tendenzielle Zunahme des 2,6-DCP-Gehaltes mit dem Lebensalter. Die Häufigkeit der Biozidanwendung im Haushalt zum Körperschutz (Kopfläusemittel, Mückenschutz) hat einen Einfluss auf den 2,6-DCP-Gehalt im Urin.

Lediglich bei einem Anteil von 14 % der Bevölkerung war **2,3,4-Trichlorphenol** (2,3,4-TCP) in den Urinproben nachweisbar. Nur bei Bezug auf Creatinin ist eine signifikante Abhängigkeit des Gehaltes vom Geschlecht festzustellen. Frauen weisen einen geringfügig höheren Gehalt auf als Männer. Der Anteil von Proben mit einem bestimmbaren Gehalt nimmt mit dem Lebensalter bei Volumenbezug ab, rechnerisch ergibt sich bei Creatininbezug jedoch eine tendenzielle Zunahme des 2,3,4-TCP-Gehaltes mit dem Lebensalter.

Bei **2,4,5-Trichlorphenol** (2,4,5-TCP) wird ein mittlerer Gehalt im Urin von 0,24 µg/l bzw. 0,20 µg/g Creatinin ermittelt. Nur bei Bezug auf Creatinin weisen Frauen einen höheren mittleren Gehalt auf als Männer. Der 2,4,5-TCP-Gehalt nimmt mit dem Lebensalter bei Bezug auf das Urinvolumen ab, bei Bezug auf Creatinin jedoch zu.

Der mittlere Gehalt an **2,4,6-Trichlorphenol** (2,4,6-TCP) beträgt 0,46 µg/l bzw. 0,37 µg/g Creatinin. Bei Volumenbezug weisen Männer einen signifikant höheren Gehalt im Urin auf als Frauen und der Gehalt nimmt mit den Lebensalter signifikant ab. Bei Bezug auf Creatinin ergeben sich in Bezug auf das Geschlecht und das Lebensalter die gegenteiligen Effekte.

Bei einer Bestimmungsgrenze von 0,3 µg/l liegen bei einem Anteil von 55 % der Bevölkerung bestimmbare Gehalte an **2,3,4,6-Tetrachlorphenol** (2,3,4,6-TeCP) im Urin vor und es ergibt sich ein geometrischer Mittelwert von 0,3 µg/l. Bezogen auf Creatinin ergibt sich ein geometrischer Mittelwert von 0,25 µg/l. Nur bei den auf Creatinin bezogenen mittleren Gehalten ist eine Abhängigkeit des Gehaltes im Urin vom Geschlecht und vom Lebensalter gegeben. Die frühere Anwendung von Holzschutzmitteln in der Wohnung geht mit einem höheren mittleren Gehalt an 2,3,4,6-TeCP einher.

Die Ergebnisse für **Pentachlorphenol** (PCP) sind in den **Tabellen 5.2.17** und **5.2.18** dargestellt. Der mittlere PCP-Gehalt im Urin der Bevölkerung in Deutschland beträgt 1,0 µg/l bzw. 0,8 µg/g Creatinin. Bei den volumenbezogenen Daten liegt für Männer ein höherer geometrischer Mittelwert vor als für Frauen. Bei Bezug der Werte auf Creatinin ergibt sich ein höherer mittlerer Gehalt für die Frauen. Nur bei Volumenbezug ist ein signifikanter Einfluss des Lebensalters festzustellen.

Bei der statistischen Auswertung wurde eine Vielzahl von weiteren potentiellen Gliederungsmerkmalen berücksichtigt, für die aber keine signifikanten Zusammenhänge mit dem Gehalt an PCP oder den übrigen untersuchten Chlorphenolen nachgewiesen werden konnten. Hierzu gehörten u.a. Variablen zum *Rauchverhalten*, zur *Wohnungsumgebung*, zur *Wohnung,* zur *Ernährung*, zum *sozioökonomischen Status*, zur *Jahreszeit der Probenahme* und zum *Body Mass Index*.

Tab. 5.2.1: 4-Monochlorphenol im Urin (µg/l) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland

[Bestimmungsgrenze: 0,1 µg/l]

	N	n<BG	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Gesamt	692	0	2,1	4,5	11,7	17,0	26,2	265	6,83	**4,88**	4,62 - 5,14
Geschlecht											
männlich	350	0	2,1	4,8	11,7	16,0	24,3	106	6,49	**4,98**	4,63 - 5,35
weiblich	342	0	2,1	4,3	11,9	17,6	32,4	265	7,18	**4,78**	4,42 - 5,17
Lebensalter											
18 - 19 Jahre	23	0	2,3	5,6	15,5	30,7		30,7	7,27	**5,50**	4,10 - 7,38
20 - 29 Jahre	119	0	2,2	5,2	14,3	22,6	25,6	116	7,56	**5,31**	4,62 - 6,11
30 - 39 Jahre	162	0	2,2	4,7	11,1	17,4	29,6	106	6,57	**4,89**	4,39 - 5,45
40 - 49 Jahre	140	0	2,4	4,7	14,1	21,0	31,8	34,7	6,90	**5,26**	4,68 - 5,91
50 - 59 Jahre	133	0	1,9	4,0	9,2	10,7	25,7	81,6	5,65	**4,21**	3,76 - 4,71
60 - 69 Jahre	116	0	1,9	4,4	10,5	14,4	25,2	265	7,63	**4,70**	4,12 - 5,35
Wohnort im Jahr 1998											
alte Länder	561	0	2,1	4,5	11,9	16,6	23,9	116	6,44	**4,82**	4,54 - 5,11
neue Länder	131	0	2,7	4,6	11,4	19,5	41,0	265	8,48	**5,15**	4,54 - 5,84

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Anzahl der Werte unter der Bestimmungsgrenze (BG); P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel; KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM; Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt;
* = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0{,}01$) nach t-Test bzw. Varianzanalyse

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

Tab. 5.2.2: 4-Monochlorphenol im Urin (µg/g Creatinin) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland

	N	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Gesamt	692	1,7	3,6	9,6	14,5	23,3	411	5,92	**3,92**	3,71 - 4,15
Geschlecht *										
männlich	350	1,5	3,2	8,6	11,1	20,8	45,4	4,45	**3,37**	3,13 - 3,62
weiblich	342	1,9	4,4	11,8	17,7	28,0	411	7,42	**4,58**	4,23 - 4,97
Lebensalter *										
18 - 19 Jahre	23	1,5	2,6	7,2	15,7		15,7	3,83	**3,03**	2,34 - 3,93
20 - 29 Jahre	119	1,4	3,0	8,4	10,4	18,4	46,8	4,15	**3,12**	2,76 - 3,53
30 - 39 Jahre	162	1,5	3,1	8,8	11,7	18,5	45,4	4,36	**3,32**	3,00 - 3,69
40 - 49 Jahre	140	1,7	4,0	10,6	16,7	22,6	29,7	5,55	**4,26**	3,79 - 4,79
50 - 59 Jahre	133	1,9	4,0	9,0	13,7	22,2	162	6,33	**4,25**	3,77 - 4,79
60 - 69 Jahre	116	2,1	5,1	16,2	27,7	37,7	411	10,3	**5,42**	4,66 - 6,32
Wohnort im Jahr 1998										
alte Länder	561	1,7	3,6	9,5	14,3	22,2	162	5,39	**3,87**	3,64 - 4,11
neue Länder	131	1,7	3,9	10,7	16,8	29,6	411	8,20	**4,16**	3,61 - 4,79

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile;
MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel;
KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM;
* = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0{,}01$) nach t-Test bzw. Varianzanalyse

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

Tab. 5.2.3: 2,4-Dichlorphenol im Urin (µg/l) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland

[Bestimmungsgrenze: 0,1 µg/l]

	N	n<BG	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Gesamt	692	64	0,1	0,5	2,2	4,2	20,3	339	2,25	**0,54**	0,49 - 0,59
Geschlecht											
männlich	350	25	0,1	0,6	2,1	3,6	20,4	339	2,79	**0,60**	0,53 - 0,68
weiblich	342	39	<0,1	0,4	2,4	4,7	20,9	54,5	1,69	**0,48**	0,42 - 0,55
Lebensalter											
18 - 19 Jahre	23	1	0,1	0,9	15,6	36,0		40,2	3,68	**0,89**	0,47 - 1,68
20 - 29 Jahre	119	8	0,2	0,6	3,0	7,4	23,9	38,8	1,73	**0,62**	0,50 - 0,78
30 - 39 Jahre	162	16	<0,1	0,5	2,4	3,6	42,1	184	2,77	**0,53**	0,43 - 0,65
40 - 49 Jahre	140	9	0,2	0,6	3,0	4,8	9,2	21,2	1,29	**0,60**	0,49 - 0,73
50 - 59 Jahre	133	17	<0,1	0,4	1,8	2,3	5,5	339	3,16	**0,42**	0,34 - 0,52
60 - 69 Jahre	116	12	<0,1	0,5	1,7	4,9	44,8	49,0	1,87	**0,49**	0,39 - 0,62
Wohnort im Jahr 1998											
alte Länder	561	55	0,1	0,5	2,2	3,9	20,1	339	2,14	**0,52**	0,47 - 0,58
neue Länder	131	9	0,1	0,7	2,7	5,1	25,7	184	2,69	**0,62**	0,50 - 0,78

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Anzahl der Werte unter der Bestimmungsgrenze (BG);
P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel;
GM = geometrisches Mittel; KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM;
Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt;
* = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0{,}01$) nach t-Test bzw. Varianzanalyse

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

Tab. 5.2.4: 2,4-Dichlorphenol im Urin (µg/g Creatinin) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland

	N	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Gesamt	692	0,1	0,4	1,6	2,7	7,4	168	1,43	**0,43**	0,40 - 0,47
Geschlecht										
männlich	350	0,1	0,4	1,5	2,6	6,6	168	1,44	**0,40**	0,36 - 0,46
weiblich	342	0,1	0,4	1,8	3,1	15,8	64,2	1,42	**0,46**	0,41 - 0,52
Lebensalter *										
18 - 19 Jahre	23	0,1	0,4	3,7	13,5		16,0	1,37	**0,49**	0,29 - 0,82
20 - 29 Jahre	119	0,1	0,3	1,5	3,3	7,3	15,7	0,81	**0,37**	0,30 - 0,45
30 - 39 Jahre	162	0,1	0,3	1,4	2,7	25,1	98,2	1,70	**0,36**	0,30 - 0,43
40 - 49 Jahre	140	0,2	0,5	2,0	3,0	4,7	20,4	0,88	**0,49**	0,41 - 0,58
50 - 59 Jahre	133	0,1	0,4	1,6	2,1	4,0	168	1,86	**0,43**	0,35 - 0,52
60 - 69 Jahre	116	0,1	0,5	1,9	3,5	32,9	64,2	1,84	**0,57**	0,46 - 0,70
Wohnort im Jahr 1998										
alte Länder	561	0,1	0,4	1,6	2,9	7,4	168	1,32	**0,42**	0,38 - 0,46
neue Länder	131	0,2	0,5	1,5	2,7	20,7	98,2	1,87	**0,50**	0,41 - 0,61

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile;
MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel;
KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM;
* = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0,01$) nach t-Test bzw. Varianzanalyse

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

Tab. 5.2.5: 2,5-Dichlorphenol im Urin (µg/l) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland

[Bestimmungsgrenze: 0,1 µg/l]

	N	n<BG	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Gesamt	692	1	0,4	1,5	12,4	27,0	129	1550	16,7	**1,85**	1,66 - 2,07
Geschlecht											
männlich	350	0	0,4	1,7	16,3	30,6	82,6	585	10,8	**2,07**	1,78 - 2,41
weiblich	342	1	0,3	1,2	9,4	21,9	334	1550	22,8	**1,65**	1,40 - 1,94
Lebensalter *											
18 - 19 Jahre	23	0	0,8	2,4	52,8	442		551	30,3	**4,03**	2,06 - 7,89
20 - 29 Jahre	119	0	0,5	1,8	8,2	20,5	223	954	14,2	**2,09**	1,65 - 2,65
30 - 39 Jahre	162	0	0,4	1,6	12,9	50,7	328	1210	18,9	**2,00**	1,58 - 2,53
40 - 49 Jahre	140	0	0,4	1,7	11,6	30,8	91,4	571	11,8	**1,94**	1,52 - 2,48
50 - 59 Jahre	133	1	0,4	1,0	13,5	22,5	27,9	38,7	3,75	**1,32**	1,05 - 1,66
60 - 69 Jahre	116	0	0,3	1,5	14,1	35,1	1080	1550	34,4	**1,74**	1,28 - 2,35
Biozidanwendung zur Insektenvernichtung *											
nein	590	1	0,4	1,4	11,6	25,4	129	1550	16,8	**1,76**	1,56 - 1,98
ja, nicht regelmäßig	49	0	0,5	1,7	13,5	23,1	29,6	29,6	4,14	**1,98**	1,43 - 2,74
ja, regelmäßig	47	0	0,4	2,7	43,3	352		585	31,3	**3,44**	2,06 - 5,75
Biozidanwendung als Textilschutz *											
nein	599	1	0,4	1,5	10,9	22,9	82,3	1550	15,6	**1,74**	1,54 - 1,95
ja, nicht regelmäßig	50	0	0,5	1,8	41,3	553	689	692	36,2	**2,74**	1,68 - 4,49
ja, regelmäßig	36	0	0,8	2,5	23,1	89,7		129	10,3	**3,33**	2,15 - 5,15
Wohnort im Jahr 1998 *											
alte Länder	561	1	0,4	1,4	10,1	22,9	96,0	1550	16,7	**1,72**	1,52 - 1,94
neue Länder	131	0	0,4	2,2	19,8	54,0	231	692	16,6	**2,56**	1,96 - 3,34

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Anzahl der Werte unter der Bestimmungsgrenze (BG); P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel; KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM; Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt;
* = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0{,}01$) nach t-Test bzw. Varianzanalyse

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

Tab. 5.2.6: 2,5-Dichlorphenol im Urin (µg/g Creatinin) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland

	N	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Gesamt	692	0,4	1,1	8,4	19,9	62,3	1230	12,1	**1,49**	1,35 - 1,65
Geschlecht										
männlich	350	0,4	1,0	9,1	22,1	51,5	258	5,28	**1,40**	1,22 - 1,61
weiblich	342	0,4	1,2	8,4	18,3	195	1230	19,0	**1,58**	1,37 - 1,83
Lebensalter										
18 - 19 Jahre	23	0,5	1,8	33,3	106		126	9,60	**2,22**	1,21 - 4,06
20 - 29 Jahre	119	0,4	1,0	3,9	12,3	92,8	386	6,21	**1,23**	1,00 - 1,52
30 - 39 Jahre	162	0,4	1,0	6,2	29,6	169	1230	15,6	**1,36**	1,10 - 1,69
40 - 49 Jahre	140	0,4	1,1	8,4	20,6	76,7	584	7,54	**1,57**	1,27 - 1,95
50 - 59 Jahre	133	0,3	1,0	10,9	18,6	23,7	87,9	3,73	**1,34**	1,08 - 1,65
60 - 69 Jahre	116	0,4	1,4	12,0	29,4	1040	1070	28,6	**2,01**	1,51 - 2,67
Biozidanwendung zur Insektenvernichtung *										
nein	590	0,4	1,0	8,4	20,0	56,7	1230	12,8	**1,43**	1,28 - 1,59
ja, nicht regelmäßig	49	0,4	1,2	15,7	18,6	30,9	31,0	3,51	**1,52**	1,10 - 2,12
ja, regelmäßig	47	0,5	2,3	23,1	101		258	13,3	**2,69**	1,75 - 4,11
Biozidanwendung als Textilschutz *										
nein	599	0,4	1,1	7,5	18,4	55,1	1230	10,7	**1,41**	1,27 - 1,56
ja, nicht regelmäßig	50	0,6	1,2	24,3	166	1060	1070	35,0	**2,28**	1,41 - 3,68
ja, regelmäßig	36	0,5	1,9	18,6	27,4		31,4	5,29	**2,45**	1,63 - 3,68
Wohnort im Jahr 1998 *										
alte Länder	561	0,4	1,0	7,3	18,2	56,5	1230	11,7	**1,38**	1,24 - 1,54
neue Länder	131	0,5	1,5	18,1	31,3	77,0	1070	13,4	**2,07**	1,63 - 2,63

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile;
MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel;
KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM;
* = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0{,}01$) nach t-Test bzw. Varianzanalyse

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

Tab. 5.2.7: 2,6-Dichlorphenol im Urin (µg/l) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland

[Bestimmungsgrenze: 0,1 µg/l]

	N	n≥BG	%>BG	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM
Gesamt	692	168	**24**	<0,1	<0,1	0,2	0,4	0,6	3,4	0,12	<0,1
Geschlecht											
männlich	350	92	**26**	<0,1	<0,1	0,2	0,4	0,6	1,8	0,11	<0,1
weiblich	342	76	**22**	<0,1	<0,1	0,2	0,3	0,8	3,4	0,12	<0,1
Lebensalter *											
18 - 19 Jahre	23	7	**30**	<0,1	<0,1	0,6	2,7		3,2	0,25	<0,1
20 - 29 Jahre	119	41	**34**	<0,1	<0,1	0,4	0,6	1,3	3,4	0,16	<0,1
30 - 39 Jahre	162	49	**30**	<0,1	<0,1	0,3	0,4	0,6	1,9	0,12	<0,1
40 - 49 Jahre	140	34	**24**	<0,1	<0,1	0,3	0,4	0,7	1,0	0,11	<0,1
50 - 59 Jahre	133	24	**18**	<0,1	<0,1	0,1	0,2	0,3	1,0	<0,1	<0,1
60 - 69 Jahre	116	15	**13**	<0,1	<0,1	0,2	0,3	0,5	1,8	<0,1	<0,1
Biozidanwendung als Körperschutz *											
nein	555	119	**21**	<0,1	<0,1	0,2	0,4	0,6	3,2	0,10	<0,1
ja	137	50	**36**	<0,1	<0,1	0,3	0,6	1,9	3,4	0,16	<0,1
Wohnort im Jahr 1998											
alte Länder	561	136	**24**	<0,1	<0,1	0,2	0,4	0,6	3,2	0,11	<0,1
neue Länder	131	32	**24**	<0,1	<0,1	0,3	0,4	0,7	3,4	0,13	<0,1

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n≥BG = Anzahl der Werte ab der Bestimmungsgrenze (BG);
P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel;
GM = geometrisches Mittel; Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt;
* = signifikant nach Chi-Quadrat-Test auf Unabhängigkeit ($p \leq 0{,}01$)

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

Tab. 5.2.8: 2,6-Dichlorphenol im Urin (µg/g Creatinin) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland

	N	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Gesamt	692	0,02	0,1	0,2	0,2	0,5	2,7	0,09	**0,06**	0,05 - 0,06
Geschlecht *										
männlich	350	0,02	0,04	0,1	0,2	0,4	2,7	0,08	**0,05**	0,05 - 0,06
weiblich	342	0,03	0,1	0,2	0,3	0,5	2,0	0,10	**0,07**	0,06 - 0,07
Lebensalter *										
18 - 19 Jahre	23	0,02	0,03	0,7	1,4		1,5	0,15	**0,05**	0,03 - 0,08
20 - 29 Jahre	119	0,02	0,04	0,2	0,2	0,5	2,0	0,09	**0,05**	0,04 - 0,06
30 - 39 Jahre	162	0,02	0,05	0,1	0,3	0,5	1,8	0,09	**0,05**	0,05 - 0,06
40 - 49 Jahre	140	0,02	0,1	0,2	0,2	0,4	0,5	0,08	**0,06**	0,05 - 0,07
50 - 59 Jahre	133	0,03	0,1	0,2	0,3	0,6	1,1	0,09	**0,06**	0,06 - 0,07
60 - 69 Jahre	116	0,03	0,1	0,2	0,2	0,5	2,7	0,10	**0,07**	0,06 - 0,08
Biozidnutzung als Körperschutz										
nein	555	0,02	0,1	0,2	0,2	0,4	2,7	0,09	**0,06**	0,05 - 0,06
ja	137	0,02	0,1	0,2	0,3	1,0	2,0	0,11	**0,06**	0,05 - 0,07
Wohnort im Jahr 1998										
alte Länder	561	0,02	0,1	0,2	0,2	0,5	1,8	0,09	**0,06**	0,05 - 0,06
neue Länder	131	0,02	0,1	0,2	0,3	0,6	2,7	0,10	**0,06**	0,05 - 0,07

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile;
MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel;
KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM;
* = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0{,}01$) nach t-Test bzw. Varianzanalyse

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

Tab. 5.2.9: 2,3,4-Trichlorphenol im Urin (µg/l) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland

[Bestimmungsgrenze: 0,1 µg/l]

	N	n≥BG	%>BG	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM
Gesamt	692	96	**14**	<0,1	<0,1	0,1	0,2	0,4	1,6	<0,1	<0,1
Geschlecht											
männlich	350	55	**16**	<0,1	<0,1	0,1	0,2	0,4	1,1	<0,1	<0,1
weiblich	342	41	**12**	<0,1	<0,1	0,1	0,3	0,5	1,6	<0,1	<0,1
Lebensalter *											
18 - 19 Jahre	23	7	**30**	<0,1	<0,1	0,4	0,7		0,7	0,12	<0,1
20 - 29 Jahre	119	21	**18**	<0,1	<0,1	0,1	0,2	0,6	1,0	<0,1	<0,1
30 - 39 Jahre	162	27	**17**	<0,1	<0,1	0,2	0,3	0,5	1,1	<0,1	<0,1
40 - 49 Jahre	140	25	**18**	<0,1	<0,1	0,2	0,3	0,6	1,6	0,10	<0,1
50 - 59 Jahre	133	9	**7**	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,2	0,3	<0,1	<0,1
60 - 69 Jahre	116	9	**8**	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,3	0,7	<0,1	<0,1
Wohnort im Jahr 1998											
alte Länder	561	85	**15**	<0,1	<0,1	0,1	0,3	0,5	1,6	<0,1	<0,1
neue Länder	131	12	**9**	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,3	0,3	<0,1	<0,1

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n≥BG = Anzahl der Werte ab der Bestimmungsgrenze (BG);
P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel;
GM = geometrisches Mittel; Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt;
* = signifikant nach Chi-Quadrat-Test auf Unabhängigkeit ($p \leq 0{,}01$)

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

Tab. 5.2.10: 2,3,4-Trichlorphenol im Urin (µg/g Creatinin) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland

	N	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Gesamt	692	0,02	0,05	0,1	0,2	0,3	1,4	0,07	**0,05**	0,05 - 0,05
Geschlecht *										
männlich	350	0,02	0,04	0,1	0,1	0,3	1,4	0,06	**0,04**	0,04 - 0,04
weiblich	342	0,03	0,1	0,1	0,2	0,3	1,0	0,08	**0,06**	0,05 - 0,06
Lebensalter *										
18 - 19 Jahre	23	0,02	0,03	0,3	0,8		0,8	0,09	**0,04**	0,03 - 0,06
20 - 29 Jahre	119	0,02	0,03	0,1	0,1	0,3	0,4	0,05	**0,04**	0,03 - 0,04
30 - 39 Jahre	162	0,02	0,04	0,1	0,2	0,4	1,4	0,07	**0,04**	0,04 - 0,05
40 - 49 Jahre	140	0,02	0,1	0,1	0,2	0,4	1,0	0,08	**0,05**	0,05 - 0,06
50 - 59 Jahre	133	0,03	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,06	**0,05**	0,05 - 0,06
60 - 69 Jahre	116	0,03	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,08	**0,06**	0,06 - 0,07
Wohnort im Jahr 1998										
alte Länder	561	0,02	0,05	0,1	0,2	0,3	1,4	0,07	**0,05**	0,05 - 0,05
neue Länder	131	0,02	0,04	0,1	0,1	0,2	0,3	0,05	**0,04**	0,04 - 0,05

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile;
MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel;
KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM;
* = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0{,}01$) nach t-Test bzw. Varianzanalyse

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

Tab. 5.2.11: 2,4,5-Trichlorphenol im Urin (µg/l) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland

[Bestimmungsgrenze: 0,1 µg/l]

	N	n<BG	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Gesamt	692	95	<0,1	0,3	0,7	0,9	1,4	3,8	0,36	**0,24**	0,23 - 0,26
Geschlecht											
männlich	350	42	<0,1	0,3	0,7	0,9	1,2	2,5	0,34	**0,25**	0,23 - 0,27
weiblich	342	53	<0,1	0,3	0,8	1,0	1,9	3,8	0,37	**0,24**	0,22 - 0,27
Lebensalter *											
18 - 19 Jahre	23	1	0,1	0,4	1,0	1,6		1,7	0,45	**0,35**	0,26 - 0,48
20 - 29 Jahre	119	12	<0,1	0,3	0,8	1,0	1,7	3,8	0,40	**0,29**	0,25 - 0,34
30 - 39 Jahre	162	21	<0,1	0,3	0,8	1,3	2,0	2,5	0,39	**0,26**	0,22 - 0,30
40 - 49 Jahre	140	22	<0,1	0,3	0,7	1,0	2,3	3,7	0,38	**0,24**	0,21 - 0,28
50 - 59 Jahre	133	22	<0,1	0,2	0,6	0,7	1,1	1,4	0,28	**0,20**	0,18 - 0,24
60 - 69 Jahre	116	18	<0,1	0,2	0,7	0,8	1,2	1,2	0,31	**0,22**	0,19 - 0,25
Wohnort im Jahr 1998											
alte Länder	561	73	<0,1	0,3	0,7	1,0	1,5	3,8	0,36	**0,25**	0,23 - 0,27
neue Länder	131	22	<0,1	0,3	0,7	0,9	1,2	1,7	0,33	**0,23**	0,20 - 0,27

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Anzahl der Werte unter der Bestimmungsgrenze (BG); P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel; KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM; Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt;
* = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0,01$) nach t-Test bzw. Varianzanalyse

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

Tab. 5.2.12: 2,4,5-Trichlorphenol im Urin (µg/g Creatinin) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland

	N	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Gesamt	692	0,1	0,2	0,5	0,6	1,1	3,0	0,26	**0,20**	0,19 - 0,21
Geschlecht *										
männlich	350	0,1	0,2	0,4	0,5	0,8	1,9	0,22	**0,17**	0,16 - 0,18
weiblich	342	0,1	0,2	0,6	0,7	1,1	3,0	0,31	**0,23**	0,21 - 0,25
Lebensalter *										
18 - 19 Jahre	23	0,1	0,2	0,4	1,3		1,4	0,26	**0,19**	0,15 - 0,26
20 - 29 Jahre	119	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1,6	0,22	**0,17**	0,15 - 0,19
30 - 39 Jahre	162	0,1	0,2	0,5	0,7	1,2	3,0	0,25	**0,17**	0,15 - 0,20
40 - 49 Jahre	140	0,1	0,2	0,6	0,6	1,2	2,3	0,27	**0,20**	0,17 - 0,22
50 - 59 Jahre	133	0,1	0,2	0,5	0,6	0,8	2,1	0,26	**0,21**	0,18 - 0,23
60 - 69 Jahre	116	0,1	0,3	0,6	0,9	1,2	1,9	0,32	**0,25**	0,22 - 0,28
Wohnort im Jahr 1998										
alte Länder	561	0,1	0,2	0,5	0,7	1,1	3,0	0,27	**0,20**	0,19 - 0,21
neue Länder	131	0,1	0,2	0,5	0,6	1,1	2,1	0,25	**0,18**	0,16 - 0,21

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile;
MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel;
KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM;
* = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0{,}01$) nach t-Test bzw. Varianzanalyse

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

Tab. 5.2.13: 2,4,6-Trichlorphenol im Urin (µg/l) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland

[Bestimmungsgrenze: 0,1 µg/l]

	N	n<BG	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Gesamt	692	11	0,2	0,4	1,1	1,3	1,9	7,3	0,59	**0,46**	0,44 - 0,49
Geschlecht *											
männlich	350	6	0,2	0,5	1,1	1,3	2,4	7,3	0,64	**0,49**	0,46 - 0,53
weiblich	342	5	0,2	0,4	1,0	1,3	1,8	4,5	0,54	**0,43**	0,40 - 0,46
Lebensalter *											
18 - 19 Jahre	23	0	0,4	0,7	1,2	2,2		2,2	0,76	**0,67**	0,54 - 0,82
20 - 29 Jahre	119	2	0,2	0,6	1,2	1,5	1,9	4,5	0,68	**0,55**	0,48 - 0,62
30 - 39 Jahre	162	1	0,2	0,5	1,0	1,2	2,2	4,8	0,60	**0,48**	0,44 - 0,53
40 - 49 Jahre	140	4	0,2	0,4	1,2	1,5	2,2	3,5	0,60	**0,45**	0,40 - 0,52
50 - 59 Jahre	133	2	0,2	0,4	1,0	1,2	2,5	7,3	0,54	**0,40**	0,36 - 0,45
60 - 69 Jahre	116	1	0,2	0,4	0,8	1,3	2,1	4,0	0,50	**0,40**	0,35 - 0,44
Wohnort im Jahr 1998											
alte Länder	561	9	0,2	0,4	1,1	1,5	2,3	7,3	0,61	**0,47**	0,44 - 0,50
neue Länder	131	1	0,2	0,4	1,0	1,1	1,2	1,3	0,50	**0,43**	0,39 - 0,47

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Anzahl der Werte unter der Bestimmungsgrenze (BG); P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel; KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM; Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt;
* = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0,01$) nach t-Test bzw. Varianzanalyse

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

Tab. 5.2.14: 2,4,6-Trichlorphenol im Urin (µg/g Creatinin) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland

	N	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Gesamt	692	0,2	0,3	0,7	1,0	1,4	4,1	0,44	**0,37**	0,36 - 0,39
Geschlecht *										
männlich	350	0,2	0,3	0,6	0,9	1,6	4,1	0,41	**0,33**	0,32 - 0,35
weiblich	342	0,2	0,4	0,8	1,1	1,4	2,3	0,48	**0,41**	0,39 - 0,44
Lebensalter *										
18 - 19 Jahre	23	0,2	0,3	0,9	2,5		2,6	0,48	**0,37**	0,29 - 0,48
20 - 29 Jahre	119	0,2	0,3	0,6	0,7	0,9	2,1	0,36	**0,32**	0,29 - 0,35
30 - 39 Jahre	162	0,2	0,3	0,6	0,9	1,5	4,1	0,39	**0,33**	0,30 - 0,36
40 - 49 Jahre	140	0,2	0,3	0,7	1,1	1,7	1,8	0,43	**0,37**	0,34 - 0,40
50 - 59 Jahre	133	0,2	0,4	0,9	1,1	1,6	4,1	0,49	**0,41**	0,37 - 0,45
60 - 69 Jahre	116	0,3	0,4	0,8	1,1	1,8	3,0	0,52	**0,46**	0,42 - 0,50
Wohnort im Jahr 1998										
alte Länder	561	0,2	0,3	0,7	1,0	1,6	4,1	0,45	**0,38**	0,36 - 0,39
neue Länder	131	0,2	0,3	0,6	1,0	1,4	2,3	0,40	**0,34**	0,32 - 0,38

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile;
MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel;
KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM;
* = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0{,}01$) nach t-Test bzw. Varianzanalyse

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

Tab. 5.2.15: 2,3,4,6-Tetrachlorphenol im Urin (µg/l) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland

[Bestimmungsgrenze: 0,3 µg/l]

	N	n≥BG	%>BG	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Gesamt	692	378	**55**	<0,3	0,3	0,8	1,3	2,3	5,8	0,44	0,30	
Geschlecht												
männlich	350	206	**59**	<0,3	0,4	0,9	1,4	2,5	4,4	0,47	0,33	0,30 - 0,36
weiblich	342	172	**50**	<0,3	0,3	0,7	1,1	1,9	5,8	0,40	<0,3	
Lebensalter												
18 - 19 Jahre	23	18	**78**	<0,3	0,4	1,7	4,3		4,4	0,80	0,52	0,36 - 0,75
20 - 29 Jahre	119	68	**57**	<0,3	0,3	0,7	1,2	2,3	2,5	0,41	0,31	
30 - 39 Jahre	162	96	**59**	<0,3	0,3	0,9	1,4	2,9	4,4	0,47	0,32	
40 - 49 Jahre	140	78	**56**	<0,3	0,3	0,8	1,4	2,2	5,8	0,46	0,31	
50 - 59 Jahre	133	64	**48**	<0,3	<0,3	0,8	1,3	1,9	3,3	0,40	<0,3	
60 - 69 Jahre	116	56	**48**	<0,3	<0,3	0,7	1,1	2,0	3,4	0,36	<0,3	
Holzschutzmittel anwendung in der Wohnung *-												
nein	586	298	**51**	<0,3	0,3	0,8	1,2	2,3	5,8	0,41	<0,3	
ja	74	55	**74**	<0,3	0,4	1,1	1,5	2,5	3,0	0,54	0,41	0,35 - 0,48
Wohnort im Jahr 1998												
alte Länder	561	308	**55**	<0,3	0,3	0,9	1,4	2,4	5,8	0,46	0,31	
neue Länder	131	70	**53**	<0,3	0,3	0,7	0,9	1,1	1,3	0,35	<0,3	

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n≥BG = Anzahl der Werte ab der Bestimmungsgrenze (BG);
P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel;
GM = geometrisches Mittel; KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM;
Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt;
* = signifikant nach Chi-Quadrat-Test auf Unabhängigkeit ($p \leq 0{,}01$)
Wenn GM und/oder untere Grenze des KI < BG, keine Angabe von KI GM

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

Tab. 5.2.16: 2,3,4,6-Tetrachlorphenol im Urin (µg/g Creatinin) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland

	N	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Gesamt	692	0,1	0,2	0,6	0,9	1,3	5,2	0,33	**0,25**	0,23 - 0,26
Geschlecht *										
männlich	350	0,1	0,2	0,6	0,9	1,3	5,2	0,32	**0,22**	0,21 - 0,24
weiblich	342	0,1	0,3	0,6	0,8	1,5	3,0	0,34	**0,27**	0,25 - 0,29
Lebensalter *										
18 - 19 Jahre	23	0,1	0,4	1,1	4,9		5,2	0,58	**0,29**	0,18 - 0,45
20 - 29 Jahre	119	0,1	0,2	0,4	0,7	1,3	1,3	0,23	**0,18**	0,16 - 0,20
30 - 39 Jahre	162	0,1	0,2	0,6	0,8	1,6	3,9	0,31	**0,22**	0,20 - 0,25
40 - 49 Jahre	140	0,1	0,2	0,6	0,9	1,6	3,0	0,34	**0,25**	0,23 - 0,29
50 - 59 Jahre	133	0,1	0,3	0,7	1,0	1,6	2,0	0,36	**0,28**	0,25 - 0,32
60 - 69 Jahre	116	0,2	0,3	0,6	0,9	1,2	1,5	0,36	**0,31**	0,28 - 0,34
Holzschutzmittelanwendung in der Wohnung *										
nein	586	0,1	0,2	0,6	0,8	1,3	3,0	0,31	**0,23**	0,22 - 0,25
ja	74	0,1	0,3	0,8	0,9	2,5	3,9	0,42	**0,32**	0,27 - 0,37
Wohnort im Jahr 1998										
alte Länder	561	0,1	0,2	0,6	0,9	1,5	5,2	0,34	**0,25**	0,23 - 0,27
neue Länder	131	0,1	0,2	0,5	0,6	0,8	1,0	0,27	**0,23**	0,21 - 0,25

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile;
MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel;
KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM;
* = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0,01$) nach t-Test bzw. Varianzanalyse

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

Tab. 5.2.17: Pentachlorphenol im Urin (µg/l) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland

[Bestimmungsgrenze: 0,6 µg/l]

	N	n<BG	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Gesamt	691	175	<0,6	1,0	3,4	5,0	6,7	19,1	1,61	**1,04**	0,97 - 1,11
Geschlecht *											
männlich	349	70	<0,6	1,1	3,6	5,6	7,0	19,1	1,78	**1,15**	1,04 - 1,27
weiblich	342	105	<0,6	0,9	3,2	4,6	7,0	11,0	1,45	**0,93**	0,84 - 1,03
Lebensalter *											
18 - 19 Jahre	23	1	0,6	1,9	4,3	5,6		5,9	2,23	**1,72**	1,25 - 2,38
20 - 29 Jahre	119	20	<0,6	1,1	3,6	5,2	7,0	8,5	1,73	**1,21**	1,03 - 1,41
30 - 39 Jahre	162	33	<0,6	1,2	4,2	5,6	10,5	19,1	1,94	**1,20**	1,04 - 1,39
40 - 49 Jahre	140	44	<0,6	1,0	3,5	5,4	9,9	13,8	1,66	**1,00**	0,85 - 1,18
50 - 59 Jahre	132	41	<0,6	0,9	2,7	3,8	6,1	15,3	1,32	**0,87**	0,75 - 1,01
60 - 69 Jahre	116	37	<0,6	0,8	2,3	2,9	6,4	6,6	1,18	**0,83**	0,71 - 0,96
Wohnort im Jahr 1998											
alte Länder	560	133	<0,6	1,1	3,5	5,3	6,9	19,1	1,64	**1,07**	0,99 - 1,15
neue Länder	131	42	<0,6	0,9	3,2	4,8	9,9	14,9	1,51	**0,91**	0,77 - 1,08

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Anzahl der Werte unter der Bestimmungsgrenze (BG);
P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel;
GM = geometrisches Mittel; KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM;
Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt;
* = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0{,}01$) nach t-Test bzw. Varianzanalyse

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

Tab. 5.2.18: Pentachlorphenol im Urin (µg/g Creatinin) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland

	N	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Gesamt	691	0,3	0,8	2,2	3,0	4,3	16,8	1,13	**0,83**	0,79 - 0,88
Geschlecht *										
männlich	349	0,3	0,8	2,1	2,8	4,5	16,8	1,08	**0,78**	0,72 - 0,84
weiblich	342	0,4	0,9	2,3	3,2	4,3	8,0	1,18	**0,89**	0,83 - 0,97
Lebensalter										
18 - 19 Jahre	23	0,4	0,8	3,8	5,0		5,1	1,31	**0,95**	0,69 - 1,30
20 - 29 Jahre	119	0,3	0,7	1,6	2,5	3,1	6,3	0,91	**0,71**	0,63 - 0,80
30 - 39 Jahre	162	0,3	0,8	2,4	3,8	5,9	16,8	1,22	**0,82**	0,72 - 0,93
40 - 49 Jahre	140	0,3	0,7	2,1	3,1	4,8	5,7	1,07	**0,81**	0,72 - 0,92
50 - 59 Jahre	132	0,3	0,8	2,4	3,6	7,4	8,0	1,22	**0,88**	0,77 - 1,01
60 - 69 Jahre	116	0,4	1,0	2,1	2,6	3,7	3,7	1,16	**0,95**	0,85 - 1,08
Wohnort im Jahr 1998										
alte Länder	560	0,3	0,8	2,3	3,1	4,3	16,8	1,16	**0,86**	0,81 - 0,91
neue Länder	131	0,3	0,8	1,7	2,5	5,1	8,9	0,99	**0,74**	0,65 - 0,83

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile;
MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel;
KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM;
* = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0,01$) nach t-Test bzw. Varianzanalyse

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

5.2.2 Zeitlicher Vergleich

PCP im Urin wurde schon im Rahmen der Umwelt-Surveys 1985/86 und 1990/92 untersucht. Bei der Gegenüberstellung der Daten in **Tabelle 5.2.19** wird der signifikante Rückgang der mittleren PCP-Gehalte im Urin der 25- bis 69-jährigen Bevölkerung für den Zeitraum zwischen 1990/92 und 1998 deutlich. 1990/92 betrug der mittlere Gehalt 2,6 µg/l, und 1998 liegt ein mittlerer Gehalt von 1,0 µg/l vor.

Im Rahmen des Umwelt-Surveys 1985/86 wurde, damals nur für die westdeutsche Bevölkerung, noch ein mittlerer Gehalt von 4,3 µg/l ermittelt. 1990/91 wurde für die westdeutsche Bevölkerung ein mittlerer Gehalt von 2,7 µg/l und 1998 von 1,1 µg/l ermittelt. Bei der Bevölkerung der neuen Bundesländer betrugen die mittleren Gehalte 1991/92 2,4 µg/l und 1998 < 1 µg/l.

Tab. 5.2.19: PCP-Gehalt im Urin der 25- bis 69-jährigen deutschen Bevölkerung in den Jahren 1990/92 und 1998

	N	n<BG	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Volumenbezug (µg/l)*											
Survey 1990/92	1295	238	<1	3	9	13	18	92	4,4	**2,7**	2,5 - 2,8
Survey 1998	600	298	<1	1	3	5	7	19	1,6	**1,0**	<1 - 1,1
Creatininbezug (µg/gCrea)*											
Survey 1990/92	1294		1	2	6	9	12	53	2,9	**1,9**	1,8 2,0
Survey 1998	600		0,3	1	2	3	4	17	1,2	**0,9**	0,8 0,9

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Anzahl der Werte unter der Bestimmungsgrenze (BG = 0,2 µg/l); P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel; KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM; Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt; * = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0{,}001$) nach t-Test bzw. Varianzanalyse

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

Über einen Rückgang der PCP-Belastung der Bevölkerung nach In-Kraft-Treten der PCP-Verbotsverordnung im Jahr 1989 wurde auch in anderen Studien berichtet. Bei den in kurzen Zeitabständen durchgeführten Untersuchungen der Umweltprobenbank an einem vorwiegend aus Studenten zusammengesetzten Kollektiv, wurde seit 1985 ein kontinuierlicher Rückgang der PCP-Belastung auf 0,8 µg/l im Jahr 1997 festgestellt (UBA 1999a). Das Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein berichtete 1997 aufgrund eigener Studien über einen deutlichen Rückgang der Gehalte an PCP im Urin von 3,2 µg/l im Jahre 1991 auf 0,5 µg/l im Jahr 1995/96 (LANU 1997).

5.2.3 Diskussion

Wie eingangs erwähnt, werden Chorphenole mit der Ausnahme von PCP für eine Vielzahl von Verwendungen eingesetzt. Außerdem sind sie Metabolite anderer chlorierter Verbindungen (Wrbitzky et al. 1994). Vor diesem Hintergrund war davon auszugehen, dass eine Identifizierung

relevanter Belastungspfade äußerst schwierig sein würde. Die Auswertung der Daten des Umwelt-Surveys 1998 bestätigen dies. Nur für 2,5-DCP, 2,6-DCP und 2,3,4,6-TeCP wurden Zusammenhänge zwischen der *Anwendung chemischer Produkte im Haushalt* und der korporalen Belastung nachgewiesen. Diese Zusammenhänge können sich dadurch ergeben, dass das jeweilige Chlorphenol selbst oder Chlorbenzole in den Produkten enthalten sind. Chlorphenole sind Metabolite der Chlorbenzole, wobei letztere Pestiziden als Lösungsmittel zugesetzt werden.

2,5-DCP ist Metabolit von p-Dichlorbenzol, welches u.a. als Deodorant für WC und Windeleimer, Raumspray, Mottenschutzmittel und als keimtötendes Mittel eingesetzt wird. Die dargestellten Zusammenhänge zwischen dem 2,5-DCP-Gehalt im Urin und der *Häufigkeit der Anwendung von Insektenvernichtungsmitteln und Mottenschutzmitteln* sind daher plausibel.

Bei ***2,6-DCP*** liegt ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Gehalt im Urin und der *Anwendungshäufigkeit von Bioziden zum Körperschutz* vor. Möglicherweise ist es in Kopfläusemitteln oder Mückenschutzmitteln enthalten oder wiederum ein Metabolit eines darin enthaltenen Chlorbenzols.

Bei ***2,3,4,6-TeCP*** lässt sich ein signifikanter Zusammenhang zwischen der *Nutzung von Holzschutzmitteln in der Wohnung* und dem Gehalt im Urin ermitteln. Es wird als Fungizid, Bakterizid, Insektizid und Beizmittel vor allem in der holz-, textil- und lederverarbeitenden Industrie eingesetzt. Gleichzeitig ist es zusammen mit PCP ein Metabolit von Hexachlorbenzol (HCB, vgl. Kap. 4).

Dass beim ***PCP***, welches vor allem im Holzschutz eingesetzt wurde, kein signifikanter Zusammenhang zwischen der *Holzschutzmittelanwendung in der Wohnung* und der Ausscheidung mit dem Urin der Allgemeinbevölkerung besteht, ist vor dem Hintergrund des Verbotes von PCP im Jahr 1989 plausibel. Dies schließt allerdings nicht aus, dass individuell auch heute noch hohe PCP-Belastungen vorkommen können, wie sie in diversen Kasuistiken beschrieben sind (Heudorf 2000, Lacour et al. 1999, Liebl et al. 1996).

Für PCP und 2,4,6-TCP lässt sich bei Bezug der Daten auf das Urinvolumen ein signifikanter Einfluss des *Geschlechts* nachweisen, d.h. bei Männern liegt ein höherer geometrischer Mittelwert vor als bei den Frauen. Bei Bezug auf Creatinin weisen jedoch Frauen einen höheren Gehalt auf als Männer. Bei einigen weiteren Chlorphenolen führt der Bezug auf Creatinin ebenfalls zu signifikant höheren Gehalten bei Frauen (4-MCP, 2,6-DCP, 2,3,4-TCP, 2,4,5-TCP, 2,3,4,6-TeCP) und bei den übrigen sind zumindest Tendenzen in die gleiche Richtung abzulesen. Männer scheiden mehr Creatinin aus als Frauen: Bei Bezug der analysierten Gehalte auf Creatinin ergibt sich bei Männern ein im Vergleich zu Frauen geringerer Mittelwert.

In anderen Studien konnte für PCP kein signifikanter Effekt des Geschlechts nachgewiesen werden (Butte und Heinzow 1995, Letzel et al. 1996, Thompson und Treble 1996, UBA 1999a). Bei der Untersuchung von Butte et al. (1987) wurde nur bei Creatininbezug ein höherer mittlerer Gehalt bei Frauen ermittelt, bei Volumenbezug unterschied sich der mittlere Gehalt im Urin bei Männern und Frauen hingegen nicht. Bei einer frühen Auswertung der in den USA durchgeführten NHANES-Studie (1976-1980) wurde bei Volumenbezug bei Männern ein höherer Anteil von Werten oberhalb der Bestimmungsgrenze ermittelt als bei Frauen (Kutz et al.

1992). Zu einer eventuellen Abhängigkeit des Ausscheidung der weiteren Chlorphenole vom Geschlecht liegen in der Literatur keine Angaben vor.

Sieht man, ähnlich wie für das Geschlecht, von den tatsächlich auftretenden Signifikanzen einmal ab, so kann man feststellen, dass die Gehalte der Chlorphenole bei Volumenbezug mit dem *Lebensalter* eher abnehmen und bei Creatininbezug eher zunehmen. Die Zunahme bei Bezug auf Creatinin ist auf die mit dem Lebensalter abnehmenden Creatiningehalte im Urin zurückzuführen. Für PCP wurde in diversen Studien kein Altersgang gefunden (Derner 1995, Gerhard et al. 1998, Heinrich-Ramm et al. 1999, Letzel et al. 1996, Thompson und Treble 1996). Zu einer eventuellen Abhängigkeit der Ausscheidung der weiteren Chlorphenole vom Lebensalter liegen in der Literatur keine Angaben vor.

Nur PCP wurde bereits in vorangegangenen Surveys untersucht. Aufgrund der Ergebnisse der Umwelt-Surveys und anderer Untersuchungen ist seit Beginn der 80er Jahre ein deutlicher Trend zu sinkenden Gehalten festzustellen. Ein Verbot für die Herstellung, das Inverkehrbringen und die Verwendung von PCP und seinen Verbindungen besteht seit 1989 (PCP-V). Die Herstellung von PCP wurde in Deutschland bereits 1986 eingestellt. Dass PCP dennoch in den Urinproben von ca. 75 % der Bevölkerung bestimmbar ist, kann durch die möglicherweise noch vorhandenen Ausdünstungen aus behandelten Hölzern oder durch den Import PCP-haltiger Produkte auf den inländischen Markt erklärt werden. Von diversen Autoren wird außerdem die Nahrung als eine wesentliche Quelle für PCP genannt (Kommission Human-Biomonitoring 1997). Außerdem ist PCP ein Metabolit anderer, in der Umwelt verbreiteter Stoffe wie z.B. HCB und Pentachlorbenzol.

In **Tabelle 5.2.20** sind die in den Umwelt-Surveys ermittelten PCP-Gehalte im Urin - vorbehaltlich der in Kapitel 2.3.7 diskutierten Einschränkungen - denen anderer Studien gegenübergestellt. Die vergleichsweise jüngsten deutschen Daten wurden im Rahmen der Untersuchungen der Umweltprobenbank vorwiegend an Studentinnen und Studenten im Jahr 1997 erhoben (UBA 1999a). Die geometrischen Mittelwerte aus den vier Probenahmeorten unterscheiden sich nicht von denen des Umwelt-Surveys. Auch der Wert des 95sten Perzentils unterscheidet sich nicht wesentlich. Die in Nordamerika ermittelten Gehalte, die allerdings Anfang bis Mitte der 90er Jahre ermittelt wurden, weisen eine vergleichbare Größenordnung auf (Hill et al. 1995, Thompson und Treble 1996). In den USA und Kanada ist die PCP-Anwendung seit Beginn der 80er Jahre sehr stark eingeschränkt (LFU 1996).

5.2.4 Umweltmedizinische Bewertung

Von der Kommission Human-Biomonitoring wurden 1997 Human-Biomonitoring-Werte für die Gehalte an PCP im Urin und im Serum festgelegt (Kommission Human-Biomonitoring, 1997). Demnach ist ab einem Gehalt im Urin von 25 µg/l bzw. 20 µg/gCrea (HBM-I) eine gesundheitliche Beeinträchtigung nicht ausreichend sicher ausgeschlossen und ab einem Gehalt von 40 µg/l bzw. 30 µg/gCrea (HBM-II) möglich.

Im Umwelt-Survey 1992 wiesen noch 0,5 % der 25- bis 69-jährigen Erwachsenen einen PCP-Gehalt im Urin auf, der zwischen dem HBM-I- und dem HBM-II-Wert lag. 1998 wurde bei keinem der 691 Probanden des Unterkollektives ein Gehalt größer oder gleich dem HBM-I-Wert ermittelt. Auch an diesem Ergebnis wird die bereits erläuterte Abnahme der allgemeinen Belastung der Bevölkerung mit PCP deutlich.

Tab. 5.2.20: PCP-Gehalt im Urin der Bevölkerung in Deutschland und in anderen Ländern

Land (Autoren)	Jahr	Kollektiv	N	statistische Kenngrößen	
Deutschland					
Umwelt-Survey I	1985/86	Allgemeinbevölkerung, F,M: 25-69 Jahre, Morgenurin	412	GM=4,3 µg/l	95.P.=13 µg/l
(Krause et al. 1989)			401	GM=2,8 µg/gCrea	95.P.=11 µg/gCrea
Umwelt-Survey II	1990/92	Allgemeinbevölkerung, F,M: 25-69 Jahre, Morgenurin	1295	GM=2,7 µg/l	95.P.=13 µg/l
(Krause et al. 1996)			1294	GM=1,9 µg/gCrea	95.P.=8,5 µg/gCrea
Umwelt-Survey III	1998	Allgemeinbevölkerung, F,M: 18-69 Jahre, Morgenurin	691	GM=1,0 µg/l	95.P.=5,0 µg/
			691	GM=0,8 µg/gCrea	95.P.=3,0 µg/gCrea
(Angerer et al. 1992)	?	Schleswig Holstein/Franken, Kontrollkollektiv, F,M: 18-84 Jahre, Spontanurin	248	50.P.=2,15 µg/gCrea.	95.P.=8,7 µg/gCrea
(Butte und Heinzow 1995)	1991	Schleswig Holstein, F,M: 37-86 Jahre, ohne Holzschutzmittelbelastung, Spontanurin	110	50.P.=3,4 µg/gCrea	97,5.P.=13 µg/gCrea
(Schaller et al. 1993)	1993	F,M, ohne berufliche oder andere Belastung, Spontanurin	72	50.P.=3,3 µg/l	95.P.=10 µg/l
(Letzel et al. 1996)	1989/95	Verdacht auf Holschutzmittelbelastung, F,M: 1-82 Jahre, Spontanurin	1115	50.P.=2,4 µg/gCrea	95.P.=16 µg/gCrea
(LANU 1997)	1995/96	Schleswig Holstein, Pinneberg, M,F: 41-65 Jahre, Spontanurin	245	50.P.=0,5 µg/l	95.P.=4,3 µg/l
(Heinrich-Ramm et al. 1999)	1996/97	Norddeutschland, Büroangestellte, M:47± 10 Jahre	96	50.P.=0,9 µg/gCrea	95.P.=3,6 µg/gCrea
(UBA 1999b)	1997	Bank für Human-Organproben. 24h-Urin			
		Münster, M,F: 15->39 Jahre	113	50.P.=0,8 µg/l	95.P.=2,2 µg/l
		Halle, M,F: <14->39 Jahre	116	50.P.=0,8 µg/l	95.P.=2,9 µg/l
		Greifswald, M,F: 20-39 Jahre	114	50.P.=0,8 µg/l	95.P.=2,9 µg/l
		Ulm, M,F: 15->39 Jahre	111	50.P.=0,5 µg/l	95.P.=2,4 µg/l
Kanada					
(Thompson und Treble 1996)	1992/95	M,F: 6-87 Jahre, 24h-Urin	(1992) 87	50.P.=1,3 µg/l	Max=9,1 µg/l
			(1995) 69	50.P.=0,5 µg/l	Max=3,6 µg/l
USA					
(Hill et al. 1995)	1988/94	NHANES III, Allgemeinbevölkerung, F,M: 20-59 Jahre	886	50.P.=1,2 µg/gCrea	95.P.=5,4 µg/gCrea

5.3 Edelmetalle

Unter der Bezeichnung Edelmetalle werden Silber und Gold sowie die sechs Platinmetalle Ruthenium, Rhodium, Palladium, Osmium, Iridium und Platin zusammengefasst. Die Verwendung der Edelmetalle, vor allem in der Kfz-Katalysatorentechnik, nimmt in Deutschland und weltweit zu. Damit geht eine zunehmende Verbreitung in der Umwelt einher.

Ursprünglich war Platin die hauptsächliche Komponente von Kraftfahrzeugkatalysatoren, die in Deutschland Mitte der 80er Jahre eingeführt wurden. In Europa hat mittlerweile Palladium vielfach das Platin in Abgaskatalysatoren ersetzt (Keller et al. 1998). In verkehrsreichen Gegenden werden heute im Boden und im Staub höhere Konzentrationen an Platin gefunden als früher (Zereini et al. 2001). Die GSF berichtete, dass der Platingehalt im Straßenstaub von ca. 12 µg/g im Jahre 1990 auf ca. 250 µg/g im Jahre 1996 angestiegen ist und dass die Platinkonzentration im Straßenstaub etwa 1-millionenfach höher als in normalen Böden ist (Lustig 1997).

Ein weiteres Anwendungsgebiet für Edelmetalle sind Dentallegierungen. Der klassische Werkstoff für festsitzenden Zahnersatz ist die Goldlegierung. In den vergangenen Jahren wurden aus Kostengründen verschiedene Edelmetall-Legierungen mit reduziertem Goldanteil und/oder auf Basis von Palladium sowie Nichtedelmetall-Legierungen auf der Basis von Nickel oder Chrom entwickelt (Begerow et al. 1997).

Gold und Platin werden außerdem für medizinisch-therapeutische Zwecke eingesetzt. Eine Goldtherapie kann zur Behandlung von rheumatischen Erkrankungen Anwendung finden. Platin wird z.B. als "Cisplatin" zur Krebstherapie eingesetzt.

Dem zunehmenden Einsatz der Edelmetalle steht ein z.T. nur punktuelles Wissen bezüglich des Umweltverhaltens und möglicher Wirkungen auf den Menschen gegenüber. Es gibt z.Z. keine Erkenntnisse hinsichtlich einer gesundheitlichen Gefährdung der Bevölkerung durch Edelmetallbelastungen in niedrigen Konzentrationsbereichen (Rosner et al. 1998). Allerdings ist die Auswirkung der hohen katalytischen Wirkung der Edelmetalle schwer einzuschätzen. Über Konzentrationen in biologischen Materialien liegt bisher relativ wenig Zahlenmaterial und wenn, dann vor allem aus kleineren Studien vor.

Im Folgenden werden die Verteilungen der Gehalte an Gold, Platin und Iridium im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland dargestellt. Die Daten sind stratifiziert nach soziodemographischen sowie stoffspezifischen Merkmalen tabelliert. Die Ergebnisse werden textlich beschrieben und abschließend diskutiert.

5.3.1 Ergebnisse

Die statistischen Kennwerte zur Beschreibung der Verteilungen der Gold-, Iridium- und Platingehalte im Morgenurin sind in den **Tabellen 5.3.1** bis **5.3.6** dargestellt. Die geometrischen Mittelwerte betragen 45,5 ng/l, 0,2 ng/l und 2,2 ng/l.

Nur bei Bezug auf Creatinin ist eine Abhängigkeit der Gold-, Platin- und Iridiumgehalte vom Geschlecht festzustellen. Frauen weisen höhere Gehalte auf als Männer.

Die Gold- und Platingehalte nehmen bis zu einem Lebensalter von 50 bis 59 Jahren zu. Bei Iridium liegt nur bei Bezug auf Creatinin ein signifikanter Effekt des Lebensalters vor.

Personen, die angaben, Zähne mit Inlays oder Kronen sowie Brückengliedern zu tragen, weisen einen höheren Gold- und Platingehalt im Urin auf als die übrigen Personen. Dabei nehmen die Gehalte im Urin mit der Zahl der Inlays, Kronen und Brückenglieder zu.

Bei der statistischen Auswertung wurde eine Vielzahl von weiteren potentiellen Gliederungsmerkmalen berücksichtigt, für die aber auf der deskriptiven Ebene keine signifikanten Zusammenhänge mit der Gold- und Platinausscheidung über den Urin nachgewiesen werden konnten. Hierzu gehörten alle Variablen, welche die Nähe zum Straßenverkehr abbilden, wie z.B. *Gemeindegröße*, *Gebietstyp, Bebauungsart*, *Art der Wohnstraße*, *Lage der Wohnung in Bezug auf die Nähe zu einer Straße*, *Lärm durch Straßenverkehr* und *PKW-Dichte in der Region*.

Tab. 5.3.1: Gold im Urin (ng/l) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland

[Bestimmungsgrenze: 0,1 ng/l]

	N	n<BG	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Gesamt	1080	0	13,2	45,5	163	239	416	2120	81,6	**45,5**	42,7 - 48,4
Geschlecht											
männlich	545	0	14,0	49,1	169	227	309	1930	79,3	**47,4**	43,5 - 51,7
weiblich	535	0	12,4	41,3	155	263	641	2120	83,9	**43,6**	39,8 - 47,7
Lebensalter *											
18 - 19 Jahre	34	0	8,8	37,3	170	320		336	66,3	**35,4**	23,7 - 52,9
20 - 29 Jahre	187	0	16,1	40,7	169	283	916	2120	99,0	**45,6**	39,3 - 53,0
30 - 39 Jahre	252	0	13,4	52,5	178	232	343	1930	82,1	**49,2**	43,6 - 55,6
40 - 49 Jahre	219	0	12,6	51,5	162	257	378	907	77,3	**47,0**	41,0 - 53,9
50 - 59 Jahre	207	0	14,2	54,5	215	295	526	1590	99,0	**52,4**	44,9 - 61,2
60 - 69 Jahre	180	0	12,1	35,1	106	137	246	424	50,8	**34,6**	30,2 - 39,7
Zähne mit Inlays, Kronen, Brückengliedern *											
kein Zahn	507	0	11,1	34,0	102	146	257	2120	56,6	**34,2**	31,5 - 37,1
1 bis 4 Zähne	235	0	13,3	54,7	179	256	613	1590	90,5	**49,9**	43,2 - 57,5
5 bis 8 Zähne	150	0	15,2	66,7	210	310	873	1630	119	**65,0**	55,0 - 76,9
mehr als 8 Zähne	140	0	18,2	71,1	238	363	669	916	115	**71,8**	61,1 - 84,4
Wohnort im Jahr 1998											
alte Länder	876	0	13,8	46,9	173	254	426	2120	85,6	**47,5**	44,3 - 51,0
neue Länder	204	0	10,6	41,2	121	174	310	1930	64,4	**37,5**	32,8 - 42,9

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Anzahl der Werte unter der Bestimmungsgrenze (BG);
P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel;
GM = geometrisches Mittel; KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM;
Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt;
* = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0{,}001$) nach t-Test bzw. Varianzanalyse

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

Tab. 5.3.2: Gold im Urin (ng/g Creatinin) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland

	N	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Gesamt	1080	11,6	34,8	113	178	329	4300	62,7	**36,4**	34,4 - 38,6
Geschlecht *										
männlich	545	10,3	31,5	98,4	142	230	4300	57,1	**32,5**	30,0 - 35,2
weiblich	535	13,1	40,1	133	225	415	1170	68,5	**40,9**	37,8 - 44,4
Lebensalter *										
18 - 19 Jahre	34	7,9	17,6	77,6	109		111	31,8	**21,1**	15,3 - 29,1
20 - 29 Jahre	187	9,4	23,5	86,2	117	331	650	43,3	**25,8**	22,7 - 29,4
30 - 39 Jahre	252	11,6	33,0	100	148	282	4300	62,6	**33,8**	30,3 - 37,8
40 - 49 Jahre	219	14,6	37,0	122	171	327	966	60,3	**39,0**	34,7 - 43,8
50 - 59 Jahre	207	13,4	52,7	167	306	687	1230	89,8	**48,5**	42,1 - 56,0
60 - 69 Jahre	180	15,7	46,0	128	171	214	500	60,9	**42,5**	37,2 - 48,6
Zähne mit Inlays, Kronen, Brückengliedern *										
kein Zahn	507	9,2	24,3	71,4	107	180	4300	43,6	**25,6**	23,7 - 27,5
1 bis 4 Zähne	235	13,4	40,4	107	196	303	1230	65,4	**40,1**	35,5 - 45,3
5 bis 8 Zähne	150	19,3	57,2	141	235	441	1020	82,6	**55,0**	47,9 - 63,2
mehr als 8 Zähne	140	21,1	63,8	208	358	500	1170	103	**66,1**	57,0 - 76,7
Wohnort im Jahr 1998 *										
alte Länder	876	12,1	36,3	121	206	345	1230	64,1	**38,3**	35,9 - 40,8
neue Länder	204	11,4	29,7	75,5	130	173	4300	56,8	**29,5**	26,2 - 33,2

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile;
MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel;
KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM;
* = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0{,}001$) nach t-Test bzw. Varianzanalyse

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

Tab. 5.3.3: Iridium im Urin (ng/l) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland

[Bestimmungsgrenze: 0,1 ng/l]

	N	n<BG	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Gesamt	1080	257	0,1	0,3	0,9	1,1	1,5	16,5	0,41	**0,24**	0,22 - 0,25
Geschlecht											
männlich	545	128	0,1	0,3	1,0	1,1	1,3	4,2	0,41	**0,24**	0,22 - 0,26
weiblich	535	129	0,1	0,3	0,9	1,1	1,5	16,5	0,42	**0,23**	0,21 - 0,26
Lebensalter											
18 - 19 Jahre	34	5	0,1	0,4	1,0	1,3		1,5	0,49	**0,33**	0,23 - 0,47
20 - 29 Jahre	187	44	0,1	0,3	0,9	1,0	1,2	1,4	0,38	**0,24**	0,20 - 0,28
30 - 39 Jahre	252	55	0,1	0,3	0,9	1,1	1,5	2,7	0,40	**0,24**	0,21 - 0,27
40 - 49 Jahre	219	62	0,1	0,2	0,9	1,3	1,9	3,6	0,40	**0,22**	0,19 - 0,26
50 - 59 Jahre	207	47	0,1	0,3	1,0	1,2	1,5	16,5	0,47	**0,23**	0,20 - 0,27
60 - 69 Jahre	180	44	0,1	0,3	0,9	1,1	1,4	1,5	0,41	**0,25**	0,21 - 0,29
Wohnort im Jahr 1998											
alte Länder	876	220	0,1	0,3	0,9	1,1	1,5	16,5	0,41	**0,23**	0,21 - 0,25
neue Länder	204	38	0,1	0,4	0,9	1,1	1,5	1,8	0,44	**0,28**	0,24 - 0,32

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Anzahl der Werte unter der Bestimmungsgrenze (BG); P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel; KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM; Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt;
* = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0{,}001$) nach t-Test bzw. Varianzanalyse

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

Tab. 5.3.4: Iridium im Urin (ng/g Creatinin) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland

	N	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Gesamt	1080	0,03	0,2	0,9	1,4	2,4	10,5	0,41	**0,19**	0,18 - 0,21
Geschlecht *										
männlich	545	0,03	0,2	0,8	1,1	1,9	5,3	0,35	**0,16**	0,15 - 0,18
weiblich	535	0,04	0,2	1,1	1,6	2,6	10,5	0,46	**0,22**	0,20 - 0,24
Lebensalter *										
18 - 19 Jahre	34	0,03	0,2	0,8	1,0		1,0	0,32	**0,20**	0,14 - 0,29
20 - 29 Jahre	187	0,02	0,2	0,6	0,8	0,9	1,1	0,24	**0,13**	0,11 - 0,16
30 - 39 Jahre	252	0,03	0,2	0,8	1,2	2,0	5,3	0,34	**0,16**	0,14 - 0,19
40 - 49 Jahre	219	0,03	0,2	1,0	1,7	3,1	6,4	0,42	**0,18**	0,15 - 0,22
50 - 59 Jahre	207	0,04	0,2	1,1	1,6	3,1	10,5	0,47	**0,22**	0,18 - 0,25
60 - 69 Jahre	180	0,05	0,4	1,5	2,0	3,7	4,1	0,60	**0,30**	0,25 - 0,37
Wohnort im Jahr 1998										
alte Länder	876	0,03	0,2	0,9	1,4	2,2	10,5	0,40	**0,18**	0,17 - 0,20
neue Länder	204	0,04	0,3	0,9	1,4	2,6	6,4	0,44	**0,22**	0,19 - 0,26

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile;
MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel;
KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM;
* = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0{,}001$) nach t-Test bzw. Varianzanalyse

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

Tab. 5.3.5: Platin im Urin (ng/l) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland

[Bestimmungsgrenze: 0,1 ng/l]

	N	n<BG	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Gesamt	1080	25	0,5	2,1	11,0	23,7	41,7	185	5,58	**2,18**	2,01 - 2,36
Geschlecht											
männlich	545	14	0,5	2,0	11,4	24,7	48,7	185	5,86	**2,13**	1,90 - 2,40
weiblich	535	10	0,5	2,2	10,5	22,9	38,9	98,1	5,30	**2,23**	1,99 - 2,49
Lebensalter *											
18 - 19 Jahre	34	0	0,3	1,4	3,7	6,3		9,2	1,81	**1,20**	0,86 - 1,67
20 - 29 Jahre	187	7	0,4	1,6	8,4	11,2	63,0	107	4,32	**1,59**	1,32 - 1,92
30 - 39 Jahre	252	4	0,5	2,2	10,5	27,2	49,7	64,3	5,10	**2,18**	1,86 - 2,56
40 - 49 Jahre	219	2	0,4	2,2	11,7	23,6	43,9	98,1	5,44	**2,24**	1,89 - 2,66
50 - 59 Jahre	207	2	0,7	3,5	23,2	32,9	49,5	185	8,15	**3,45**	2,85 - 4,16
60 - 69 Jahre	180	9	0,4	1,9	9,5	15,9	34,1	177	5,50	**1,94**	1,57 - 2,40
Zähne mit Inlays, Kronen, Brückengliedern *											
kein Zahn	507	19	0,3	1,5	5,1	8,9	15,5	79,7	2,69	**1,32**	1,19 - 1,47
1 bis 4 Zähne	235	4	0,6	2,6	10,6	24,2	56,7	185	6,87	**2,55**	2,16 - 3,02
5 bis 8 Zähne	150	1	0,8	4,4	18,0	31,5	68,8	77,5	7,84	**3,85**	3,16 - 4,69
mehr als 8 Zähne	140	1	0,8	5,7	31,0	43,9	57,0	98,1	11,0	**4,87**	3,85 - 6,17
Wohnort im Jahr 1998 *											
alte Länder	876	19	0,5	2,2	12,4	25,9	43,9	177	6,10	**2,38**	2,17 - 2,61
neue Länder	204	6	0,4	1,6	6,1	9,3	18,4	185	3,35	**1,49**	1,26 - 1,76

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Anzahl der Werte unter der Bestimmungsgrenze (BG); P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel; KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM; Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt;
* = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0{,}001$) nach t-Test bzw. Varianzanalyse

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

Tab. 5.3.6: Platin im Urin (ng/g Creatinin) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland

	N	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Gesamt	1080	0,3	1,8	11,2	18,9	28,3	210	4,71	**1,75**	1,60 - 1,90
Geschlecht *										
männlich	545	0,3	1,4	10,2	18,6	27,9	210	4,50	**1,46**	1,29 - 1,66
weiblich	535	0,4	2,2	12,3	19,1	28,8	136	4,92	**2,09**	1,87 - 2,35
Lebensalter *										
18 - 19 Jahre	34	0,2	0,9	2,2	2,9		4,3	1,03	**0,71**	0,52 - 0,98
20 - 29 Jahre	187	0,2	0,9	3,8	7,2	18,1	80,7	2,25	**0,90**	0,74 - 1,09
30 - 39 Jahre	252	0,4	1,5	9,0	16,6	23,0	45,2	3,52	**1,50**	1,27 - 1,77
40 - 49 Jahre	219	0,3	1,9	9,8	19,4	33,2	136	4,72	**1,86**	1,55 - 2,23
50 - 59 Jahre	207	0,6	2,9	20,7	27,1	43,2	116	7,59	**3,19**	2,64 - 3,87
60 - 69 Jahre	180	0,4	3,0	13,6	17,5	28,5	210	6,30	**2,38**	1,93 - 2,94
Zähne mit Inlays, Kronen, Brückengliedern *										
kein Zahn	507	0,2	1,1	4,4	7,4	18,5	40,0	2,21	**0,99**	0,89 - 1,11
1 bis 4 Zähne	235	0,4	2,1	9,1	15,0	54,5	210	5,67	**2,05**	1,74 - 2,43
5 bis 8 Zähne	150	0,6	3,5	16,8	21,6	28,3	38,4	6,22	**3,26**	2,66 - 3,99
mehr als 8 Zähne	140	0,6	5,3	21,8	34,3	51,6	136	9,93	**4,48**	3,57 - 5,64
Wohnort im Jahr 1998 *										
alte Länder	876	0,4	2,0	13,2	20,5	30,9	210	5,22	**1,92**	1,74 - 2,11
neue Länder	204	0,3	1,1	5,9	7,3	12,1	77,0	2,49	**1,17**	0,99 - 1,39

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile;
MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel;
KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM;
* = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0{,}001$) nach t-Test bzw. Varianzanalyse

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

5.3.2 Diskussion

Wie zu erwarten, lässt sich in der Bevölkerung ein deutlicher Einfluss der *Zahl der Inlays, Kronen und Brückenglieder* auf die Ausscheidung von Gold und Platin mit dem Urin feststellen. Dass Goldkronen eine starke Erhöhung der Platinbelastung verursachen, eine Erhöhung der Gold- und Palladiumgehalte im Urin jedoch nicht zu beobachten ist, hatte sich in der Untersuchung von Begerow et al. (1999a) gezeigt. Drei Monate nach dem Einsatz einer Goldfüllung wiesen Patienten noch immer einen gegenüber dem Ausgangswert (1 bis 7 ng/l) 7fach höheren Platingehalt im Urin auf. Auch bei den Untersuchungen von Herr et al. (2001) sowie Schierl (2001) konnte ein Einfluss der Anzahl der Goldfüllungen auf die Ausscheidung von Platin festgestellt werden. Philippeit et al. (2000) berichten über eine signifikante Gold- und Platinausscheidung bei Personen mit goldhaltigem Zahnersatz.

Für die Edelmetalle lässt sich nur bei Bezug der Gehalte auf Creatinin ein signifikanter Einfluss des *Geschlechts* nachweisen, wobei Frauen höhere Gehalte aufwiesen als Männer. Frauen scheiden weniger Creatinin aus als Männer, so dass sich bei Bezug auf Creatinin höhere Werte ergeben können. Bei anderen Untersuchungen konnte ebenfalls keine Abhängigkeit der volumenbezogenen Platinausscheidung vom Geschlecht festgestellt werden (Philippeit und Angerer 1999).

Der Einfluss des *Lebensalters* lässt sich möglicherweise durch eine signifikante Assoziation zwischen der Zahl der Inlays, Kronen und Brückenglieder erklären, d.h. dass bei älteren Personen diese Materialien häufiger vorkommen. Um zu untersuchen, ob unabhängig von der Zahl der sanierten Zähne ein Effekt des Lebensalters vorliegt, wurden zu weiteren Berechnungen nur die Personen herangezogen, die angaben, kein dentales Edelmetall zu tragen. Für diese wurde nur bei Bezug der Gehalte auf Creatinin ein Alterseffekt gefunden und zwar in Richtung von zunehmenden Gehalten mit zunehmendem Lebensalter. Dieser Effekt wiederum lässt sich durch den Altersgang der Creatininausscheidung erklären. Phillippeit und Angerer (1999) konnten für volumenbezogene Platingehalte keine Abhängigkeit der Ausscheidung vom Lebensalter aufzeigen.

Bei den Auswertungen ergaben sich, zusätzlich zu den in den Tabellen aufgeführten Gliederungsmerkmalen, Hinweise auf einen Einfluss der *sozialen Schicht* (nach Winkler), d.h. Personen höherer Schicht weisen einen höheren mittleren Gehalt an Gold und Platin auf. Da angenommen wurde, dass bei Personen einer höheren sozialen Schicht mehr dentales Edelmetall vorhanden ist, als bei Personen einer unteren sozialen Schicht, wurde der Effekt nur bei Personen ohne dentales Edelmetall geprüft. Ein signifikanter Zusammenhang war dann nicht mehr vorhanden.

Bei der Auswertung ergaben sich weitere Hinweise auf Zusammenhänge, z.B. zwischen dem Goldgehalt im Urin und dem *Rauchstatus*. Ein Zusammenhang zeigt sich auch zwischen dem Goldgehalt und dem *Vorkommen einer anerkannten Behinderung* (Gold wird für medizinisch-therapeutische Zwecke eingesetzt). Aussagen über die tatsächliche Relevanz dieser Gliederungsmerkmale und über eine mögliche quantitative Veränderung der Einflussgrößen sind erst nach der multivariaten Auswertung der Daten des Umwelt-Surveys 1998 möglich.

Auch bei den Untersuchungen von Begerow et al. (1998 und 1999b) hatte die direkte Exposition durch den *Straßenverkehr* keinen nachweisbaren Einfluss auf die Hintergrundbelastung von Erwachsenen und Kindern mit Platin und Palladium. Bei der Studie von Herr et al. (2001) konnte ebenfalls kein Zusammenhang zwischen dem Platingehalt im Urin und der Nähe der Wohnung zu einer verkehrsreichen Straße aufgezeigt werden. Merget und Rosner (2001) kamen zu dem Ergebnis, dass ein Gesundheitsrisiko für die Allgemeinbevölkerung durch Edelmetallemissionen aus dem Kfz-Verkehr auszuschließen sei.

Bisher gab es für den Bereich der Bundesrepublik nur wenige repräsentative Daten zur korporalen Belastung der Allgemeinbevölkerung mit Edelmetallen. In einer Untersuchung von Messerschmidt et al. (1992) wurde Anfang der 90er Jahre für Platin im Urin ein Bereich von 0,5 bis 14 ng/l, mit einem Median von 1,1 ng/l ermittelt (N=14). Bei einer anderen Untersuchung von 46 Personen wurde eine Goldausscheidung von 67 ng/l (Median) und eine Platinausscheidung von 2,6 ng/l bestimmt (Philippeit et al. 2000).

Die in der internationalen Literatur berichteten Platingehalte im Urin weisen einen hohen Streubereich auf. Im Rahmen der 1999 in den USA durchgeführten NHANES-Studie wurde über einen mittleren Platingehalt von weniger als 0,04 µg/l (Nachweisgrenze) berichtet. Auch der Wert des 90er Perzentils wurde mit weniger als 0,04 µg/l angegeben (CDC 2001). Aus Großbritannien wurde bei einer allerdings sehr kleinen Studie (N=22) bei Personal einer Hochschule ein mittlerer Platingehalt vom 58 ng/g Creatinin ermittelt (Farago et al. 1998) und bei nicht exponiertem schwedischen Krankenhauspersonal (N=21) ein Gehalt von 1,1 ng/l (Nygren und Lundgren 1997).

Bei einer, allerdings schon einige Zeit zurückliegenden Studie der italienischen Allgemeinbevölkerung wurde für den Goldgehalt im Urin ein Mittelwert von 70 ng/l angegeben (Minoia et al. 1990). Dieser Wert ist zwar etwas höher als der im Umwelt-Survey ermittelte Wert von 46 ng/l, liegt jedoch in einer vergleichbaren Größenordnung.

Repräsentative Daten zur Belastung mit Iridium, die mit den Daten des Umwelt-Surveys 1998 verglichen werden könnten, liegen nicht vor. Einzige Ausnahme ist die italienisch Studie von Minoia (1990), wobei dort allerdings ein mittlerer Gehalt von 18 ng/l angegeben wurde. Dieser Gehalt liegt in einer gänzlich anderen Größenordnung als der im Umwelt-Survey ermittelte Gehalt.

5.4 Nikotin und Cotinin

Die Bedeutung des Nikotins in der Umweltmedizin ist weniger durch seine akut toxische und süchtig machende Wirkung gekennzeichnet, als dadurch, dass es zusammen mit seinem Metaboliten Cotinin als Biomarker für die Belastung durch Zigarettenrauch gilt. Da 75 % oder mehr des Nikotins einer Zigarette über den Seitenstrom emittiert wird (Benowitz 1996), kann durch die Bestimmung von Nikotin und Cotinin in Körpermedien auch eine Passivrauchexposition erkannt werden. Die Aufnahme von Nikotin über bestimmte Nahrungsmittel wie Tee, Tomaten, Kartoffeln oder grüner Pfeffer, die Nikotin enthalten, ist im Vergleich zur Aufnahme über den Tabakrauch in der Regel zu vernachlässigen.

Nur 5-10 % des inhalierten Nikotins verlassen den Körper unmetabolisiert über den Urin. Der überwiegende Teil wird zu Cotinin verstoffwechselt, wovon 10 bis 15 % wiederum über den Urin ausgeschieden werden. Der verbleibende Rest wird weiter metabolisiert (Benowitz 1996).

Vor diesem Hintergrund sind Nikotin und Cotinin gebräuchliche Marker für die Exposition durch Tabakrauch. Nikotin hat eine Halbwertzeit im menschlichen Körper von 0,5 bis 2 Stunden. Cotinin hat dagegen eine längere Halbwertzeit von 19 bis 40 Stunden und ist daher repräsentativer für eine schon einige Stunden zurückliegende Exposition und weniger stark von Spitzenbelastungen beeinflusst als Nikotin (Schlipköter 1993).

In diversen Studien ist es gelungen, durch die Bestimmung des Cotinins eine Belastung durch Passivrauchen nachzuweisen. Bei Passivrauchbelasteten werden Gehalte in der Größenordnung von ca. 0,1 bis 2 % der Gehalte der Raucher ermittelt. Dennoch ist Cotinin kein idealer Biomarker für eine Exposition mit Tabakrauch, denn in Studien hat sich gezeigt, dass eine hohe interindividuelle Variabilität der Metabolisierung festzustellen und die Zufuhr von Nikotin über die Nahrung bei einseitiger Ernährung nicht immer zu vernachlässigen ist (EPA 1992).

5.4.1 Ergebnisse

Die Verteilungen der Nikotingehalte im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland sind in der **Tabelle 5.4.1** dargestellt. Der mittlere Nikotingehalt im Urin beträgt 10,5 µg/l. Der entsprechende creatininbezogene Wert beträgt 8.3 µg/g Creatinin (**Tab. 5.4.2**).

Die Kennwerte der Cotiningehalte sind in **Tabelle 5.4.3** (volumenbezogen) und in **Tabelle 5.4.4** (creatininbezogen) dargestellt. Der mittlere Cotiningehalt im Urin beträgt 21,4 µg/l und 16,8 µg/g Creatinin.

Bei den vorliegenden Bestimmungsgrenzen von 2 µg/l (Nikotin) und 4 µg/l (Cotinin) waren Nikotin und Cotinin nur bei knapp 50 % der Bevölkerung analytisch nachweisbar. Daher ist es plausibel, dass bei Nikotin das 50. Perzentil einen Wert von < 2 µg/l und bei Cotinin von < 4 µg/l aufweist. Zur besseren Interpretation wurden die Tabellen mit den volumenbezogenen Daten um eine zusätzliche Spalte "prozentualer Anteil der Werte oberhalb oder gleich der Bestimmungsgrenze (%≥BG)" ergänzt.

Männer weisen einen höheren mittleren Nikotin- und Cotiningehalt im Urin auf als Frauen und die Ausscheidung beider Stoffe nimmt mit dem Lebensalter ab.

Bei Rauchern ergeben sich geometrische Mittelwerte von 365 µg Nikotin/l und von 854 µg Cotinin/l. Bei Nie- und Exrauchern liegen die geometrischen Mittelwerte für Nikotin und Cotinin unterhalb von 2 µg/l und 4 µg/l (der Anteil der Werte oberhalb der Bestimmungsgrenze liegt nur bei ca. 20-27 %). Mit der Zahl an täglich gerauchten Zigaretten nimmt sowohl der Nikotin- als auch der Cotiningehalt im Urin zu.

Zur Ermittlung eines Effektes der Passivrauchbelastung auf die Nikotin- und Cotiningehalte im Urin der Nichtraucher wurden die vorhandenen Informationen aus den Fragebögen herangezogen (vgl. Kap. 9.1: Anhang, Erläuterung der Gliederungsmerkmale). Dabei handelt es sich um subjektive Angaben zur Passivrauchbelastung im Haushalt und am Arbeitsplatz sowie um die Anzahl der Raucher im Haushalt. Mit der Anzahl von Rauchern im Haushalt nimmt bei Nichtrauchern der Nikotin- und der Cotiningehalt im Urin signifikant zu. Außerdem ist der Nikotin- und Cotiningehalt bei Nichtrauchern, die angaben, im Haushalt passivrauchbelastet zu sein, höher. Gleiches gilt auch für die Passivrauchbelastung der Nichtraucher am Arbeitsplatz. Bei einer insgesamt starken Passivrauchbelastung[1] (nicht tabelliert) liegt bei Nichtrauchern (n=166) ein geometrischer Mittelwert der Nikotin- und Cotininbelastung von 4,7 µg/l und 7.8 µg/l vor. Nikotin ist in diesem Fall in 59 % und Cotinin in 62 % der Proben bestimmbar. Liegt keine Tabakrauchbelastung vor (n=2845), ergeben sich geometrische Mittelwerte unterhalb der analytischen Bestimmungsgrenze (Nikotin in 19 % und Cotinin in 21 % der Proben bestimmbar).

[1]Zur Bestimmung einer starken Passivrauchbelastung wurde für Nichtraucher ein Index gebildet. Eine starke Passivrauchbelastung wurde dann angenommen, wenn im Haushalt des Probanden mindestens ein Raucher lebt, sich der Proband im Haushalt und am Arbeitsplatz (falls berufstätig) häufiger in Räumen aufhält, in denen geraucht wird und sich der Proband häufiger an anderen Orten aufhält, an denen geraucht wird. Alle diese Bedingungen mussten gleichzeitig auftreten. Nur wenn keine dieser Bedingungen auftrat, wurde der Proband als nicht passivrauchbelastet eingestuft.

Tab. 5.4.1: Nikotin im Urin (µg/l) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland

[Bestimmungsgrenze 2 µg/l]

	N	n≥BG	%≥BG	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Gesamt	4739	2213	47	<2	<2	1270	2110	3310	10000	366	**10,5**	9,7 - 11,5
Geschlecht *												
männlich	2391	1246	52	<2	3	1660	2580	3820	10000	472	**15,0**	13,3 - 17,0
weiblich	2348	967	41	<2	<2	880	1530	2670	10000	259	**7,4**	6,6 - 8,2
Lebensalter *												
18 – 19 Jahre	181	129	71	<2	14	1530	2260	4250	10000	510	**30,4**	19,8 - 46,5
20 – 29 Jahre	791	504	64	<2	10	1670	2510	3340	6310	454	**21,9**	17,8 - 27,0
30 – 39 Jahre	1106	606	55	<2	5	1560	2570	4080	10000	497	**18,8**	15,6 - 22,6
40 – 49 Jahre	960	452	47	<2	<2	1440	2560	3700	6640	414	**11,9**	9,8 - 14,4
50 – 59 Jahre	909	330	36	<2	<2	903	1620	2670	9690	266	**6,1**	5,1 - 7,3
60 – 69 Jahre	792	192	24	<2	<2	284	939	1860	3720	120	**2,9**	2,5 - 3,4
Rauchstatus *												
Nieraucher	2107	429	20	<2	<2	8	17	51	6260	13,7	**<2**	
Exraucher	1022	248	24	<2	<2	12	39	415	3610	31,5	**<2**	
Raucher	1609	1535	95	17	619	2620	3420	4820	10000	1040	**365**	330 - 403
Anzahl Zigaretten pro Tag (Raucher) *												
bis 5	321	272	85	<2	65	906	1520	2780	4090	313	**46,1**	35,6 - 59,9
6 bis 10	245	245	100	57	548	2020	3060	3790	9690	885	**442**	373 - 525
11 bis 15	262	259	99	152	740	2570	3720	4720	10000	1160	**671**	577 - 781
16 bis 20	425	421	99	200	999	3060	4170	5470	10000	1360	**821**	730 - 923
mehr als 20	278	278	100	304	1200	3330	4100	6140	8080	1630	**1080**	960 - 1220
Anzahl der Raucher im Haushalt (Nichtraucher) *												
kein Raucher	2338	355	15	<2	<2	5	11	63	3610	16,0	**<2**	
ein Raucher	600	241	40	<2	<2	20	34	84	6260	28,6	**2,6**	2,4 - 3,0
mehr als ein Raucher	127	69	54	<2	3	57	167	415	1930	34,8	**4,6**	3,4 - 6,2
Passivrauchbelastung im Haushalt (Nichtraucher) *												
nein	2668	433	16	<2	<2	6	11	57	3610	15,3	**<2**	
ja	453	241	53	<2	3	33	71	435	6260	44,6	**4,1**	3,5 - 4,7
Passivrauchbelastung am Arbeitsplatz (berufstätige Nichtraucher) *												
nein	1131	209	18	<2	<2	6	13	23	6260	12,2	**<2**	
ja	631	216	34	<2	<2	20	64	351	3610	30,7	**2,4**	2,1 - 2,7
Wohnort im Jahr 1998												
alte Länder	3843	1804	47	<2	<2	1260	2100	3300	10000	362	**10,3**	9,4 - 11,4
neue Länder	896	409	46	<2	<2	1330	2150	3440	6640	383	**11,5**	9,4 - 14,0

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n≥BG = Anzahl der Werte ab der Bestimmungsgrenze (BG); %≥BG = prozentualer Anteil der Werte ≥ BG; P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel; KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM; Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt; * = signifikanter Unterschied der GM (p≤0,001) nach t-Test bzw. Varianzanalyse Wenn GM und/oder untere Grenze des KI < BG, keine Angabe von KI GM.

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

Tab. 5.4.2: Nikotin im Urin (µg/g Creatinin) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland

	N	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Gesamt	4728	1	2	917	1540	2410	14800	268	**8,3**	7,6 - 9,0
Geschlecht *										
männlich	2384	0,5	2	1050	1630	2570	14800	312	**10,1**	8,9 - 11,5
weiblich	2344	1	2	766	1400	2130	6580	222	**6,7**	6,0 - 7,5
Lebensalter *										
18 - 19 Jahre	181	0,5	8	756	1180	2570	5060	261	**15,2**	9,9 - 23,2
20 - 29 Jahre	789	0,4	5	875	1380	1870	4590	260	**12,6**	10,3 - 15,6
30 - 39 Jahre	1102	0,5	3	1120	1800	2770	14800	361	**13,0**	10,8 - 15,6
40 - 49 Jahre	956	1	2	1230	1790	2880	6580	321	**9,4**	7,8 - 11,5
50 - 59 Jahre	909	1	2	905	1530	2460	7650	237	**5,7**	4,8 - 6,8
60 - 69 Jahre	790	1	2	281	893	1480	4220	117	**3,3**	2,8 - 3,8
Rauchstatus *										
Nieraucher	2103	0,5	1	5	12	32	5730	13,2	**1,3**	1,3 - 1,4
Exraucher	1018	0,5	1	9	28	302	2800	25,4	**1,6**	1,5 - 1,8
Raucher	1605	11	449	1830	2570	3400	14800	755	**258**	234 - 286
Anzahl Zigaretten pro Tag (Raucher) *										
bis 5	321	1	47	683	1100	1420	3360	223	**32,8**	25,3 - 42,6
6 bis 10	244	42	387	1370	2350	3270	7650	654	**312**	262 - 372
11 bis 15	260	92	526	1580	2680	3980	9040	803	**446**	381 - 521
16 bis 20	425	159	654	2130	2660	3280	6080	954	**593**	529 - 664
mehr als 20	278	216	860	2580	3340	4640	14800	1250	**801**	711 - 903
Anzahl der Raucher im Haushalt (Nichtraucher) *										
kein Raucher	2333	0,4	1	3	8	48	2800	13,8	**1,2**	1,1 - 1,3
ein Raucher	598	1	2	16	26	81	5730	28,5	**2,2**	2,0 - 2,5
mehr als ein Raucher	127	1	3	26	78	491	816	22,4	**3,3**	2,4 - 4,3
Passivrauchbelastung im Haushalt (Nichtraucher) *										
nein	2663	0,4	1	4	8	46	3900	14,0	**1,2**	1,2 - 1,3
ja	452	1	3	23	49	290	5730	36,2	**3,4**	2,9 - 3,9
Passivrauchbelastung am Arbeitsplatz (berufstätige Nichtraucher) *										
nein	1130	0,4	1	4	8	22	5730	10,9	**1,1**	1,1 - 1,2
ja	628	0,4	1	15	37	188	2800	18,5	**1,7**	1,5 - 1,9
Wohnort im Jahr 1998										
alte Länder	3831	1	2	934	1580	2490	14800	269	**8,1**	7,4 - 8,9
neue Länder	896	1	2	848	1310	2290	9040	263	**8,8**	7,3 - 10,7

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile;
MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel;
KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM;
* = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0{,}001$) nach t-Test bzw. Varianzanalyse

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

Tab. 5.4.3: Cotinin im Urin (µg/l) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland

[Bestimmungsgrenze 4 µg/l]

	N	n≥BG	%≥BG	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Gesamt	4739	2268	48	<4	<4	2180	2790	3560	6630	560	**21,4**	19,7 - 23,3
Geschlecht *												
männlich	2391	1278	53	<4	6	2490	3070	3760	6630	687	**30,1**	26,7 - 34,1
weiblich	2348	991	42	<4	<4	1720	2400	3090	5760	430	**15,2**	13,5 - 17,0
Lebensalter *												
18 - 19 Jahre	181	126	70	<4	33	2570	3180	3720	5000	771	**59,4**	38,6 - 91,4
20 - 29 Jahre	791	508	64	<4	15	2500	3030	3760	6630	732	**45,4**	36,9 - 56,0
30 - 39 Jahre	1106	617	56	<4	8	2530	3140	3920	5780	738	**37,3**	31,0 - 44,8
40 - 49 Jahre	960	461	48	<4	<4	2260	2800	3740	5820	617	**24,2**	20,0 - 29,4
50 - 59 Jahre	909	344	38	<4	<4	1860	2450	3030	5640	406	**12,1**	10,1 - 14,5
60 - 69 Jahre	792	212	27	<4	<4	789	1630	2290	3810	198	**6,1**	5,3 - 7,2
Rauchstatus *												
Nieraucher	2107	441	21	<4	<4	10	18	56	3400	17,9	**<4**	
Exraucher	1022	274	27	<4	<4	17	79	914	3610	50,0	**<4**	
Raucher	1609	1553	97	86	1490	3080	3710	4370	6630	1590	**854**	786 - 928
Anzahl Zigaretten pro Tag (Raucher) *												
bis 5	321	291	91	4	239	1220	2030	2670	4120	488	**140**	112 - 175
6 bis 10	245	245	100	419	1180	2420	2990	4070	5640	1350	**1050**	949 - 1170
11 bis 15	262	259	99	759	1740	2950	3580	4440	4790	1840	**1510**	1350 - 1690
16 bis 20	425	422	99	944	2070	3560	4180	4540	6630	2160	**1810**	1670 - 1960
mehr als 20	278	278	100	1120	2230	3620	4050	4910	5820	2280	**2060**	1950 - 2180
Anzahl der Raucher im Haushalt (Nichtraucher) *												
kein Raucher	2338	386	17	<4	<4	7	15	155	2740	24,2	**<4**	
ein Raucher	600	251	42	<4	<4	20	38	184	3400	32,1	**4,5**	4,1 - 5,0
mehr als ein Raucher	127	65	51	<4	5	50	93	1290	1580	53,7	**6,9**	5,3 - 9,0
Passivrauchbelastung im Haushalt (Nichtraucher) *												
nein	2668	462	17	<4	<4	8	16	141	3610	24,7	**<4**	
ja	453	250	55	<4	5	33	77	1020	3400	50,5	**6,5**	5,7 - 7,4
Passivrauchbelastung am Arbeitsplatz (berufstätige Nichtraucher) *												
nein	1131	225	20	<4	<4	9	15	28	2960	11,3	**<4**	
ja	631	231	37	<4	<4	26	105	905	3400	49,2	**4,6**	4,1 - 5,1
Wohnort im Jahr 1998												
alte Länder	3843	1847	48	<4	<4	2160	2800	3480	6630	552	**20,9**	19,1 - 23,0
neue Länder	896	421	47	<4	<4	2200	2780	3750	5820	591	**23,7**	19,5 - 28,9

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n≥BG = Anzahl der Werte ab der Bestimmungsgrenze (BG); %≥BG = prozentualer Anteil der Werte ≥ BG; P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel; KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM; Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt; * = signifikanter Unterschied der GM (p≤0,001) nach t-Test bzw. Varianzanalyse Wenn GM und/oder untere Grenze des KI < BG, keine Angabe von KI GM

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

Tab. 5.4.4: Cotinin im Urin (µg/g Creatinin) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland

	N	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Gesamt	4728	1	4	1530	2240	3080	11000	428	**16,8**	15,5 - 18,3
Geschlecht *										
männlich	2384	1	4	1600	2090	3000	9230	467	**20,3**	17,9 - 22,9
weiblich	2344	1	3	1440	2300	3370	11000	389	**13,9**	12,4 - 15,5
Lebensalter *										
18 - 19 Jahre	181	1	17	1240	1570	1880	3540	384	**29,7**	19,3 - 45,6
20 - 29 Jahre	789	1	9	1460	2040	2510	3570	434	**26,2**	21,2 - 32,3
30 - 39 Jahre	1102	1	5	1780	2440	3420	9230	550	**25,7**	21,4 - 31,0
40 - 49 Jahre	956	1	4	1750	2540	3610	11000	512	**19,3**	15,9 - 23,4
50 - 59 Jahre	909	1	3	1530	2270	3420	5810	381	**11,4**	9,5 - 13,7
60 - 69 Jahre	790	1	3	729	1770	2570	4430	215	**6,9**	5,9 - 8,1
Rauchstatus *										
Nieraucher	2103	1	2	7	16	41	5810	17,1	**2,4**	2,3 - 2,6
Exraucher	1018	1	2	15	52	658	2610	40,4	**3,2**	2,9 - 3,5
Raucher	1605	63	998	2550	3340	4000	11000	1210	**605**	556 - 659
Anzahl Zigaretten pro Tag (Raucher) *										
bis 5	321	3	172	1010	1550	2250	4430	372	**100**	79,4 - 125
6 bis 10	244	248	831	2310	2890	3440	6010	1050	**745**	664 - 836
11 bis 15	260	450	1060	2410	3000	3830	6020	1290	**1000**	887 - 1130
16 bis 20	425	619	1440	2960	3440	3930	5920	1620	**1310**	1200 - 1420
mehr als 20	278	693	1450	3520	4360	5420	11000	1860	**1530**	1420 - 1640
Anzahl der Raucher im Haushalt (Nichtraucher) *										
kein Raucher	2333	1	2	6	14	101	2610	20,4	**2,3**	2,2 - 2,4
ein Raucher	598	1	3	19	33	93	5810	32,0	**3,8**	3,4 - 4,2
mehr als ein Raucher	127	1	4	29	61	1240	1820	46,4	**4,9**	3,8 - 6,4
Passivrauchbelastung im Haushalt (Nichtraucher) *										
nein	2663	1	2	7	14	85	5810	22,2	**2,4**	2,3 - 2,5
ja	452	1	4	28	54	567	2710	40,2	**5,4**	4,8 - 6,2
Passivrauchbelastung am Arbeitsplatz (berufstätige Nichtraucher) *										
nein	1130	1	2	7	12	31	2710	10,1	**2,2**	2,0 - 2,3
ja	628	1	2	21	51	542	1430	29,0	**3,2**	2,9 - 3,6
Wohnort im Jahr 1998 *										
alte Länder	3831	1	4	1540	2270	3110	11000	431	**16,5**	15,0 - 18,1
neue Länder	896	1	4	1430	2080	2970	6570	417	**18,2**	15,0 - 22,1

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile;
MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel;
KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM;
* = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0{,}001$) nach t-Test bzw. Varianzanalyse

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

5.4.2 Diskussion

Wie erwartet, bildet sich bei dem vorhandenen Datenmaterial das aktive Tabakrauchen als die wesentliche Expositionsquelle für Nikotin und Cotinin deutlich ab. Bei *Rauchern* ist Nikotin im Urin bei 95 % und Cotinin im Urin bei 97 % der Fälle bestimmbar; bei Nierauchern hingegen nur bei 20 % (Nikotin) und 21 % (Cotinin). Dass Nikotin bzw. Cotinin bei einem Anteil von 20 % und 27 % der Urinproben von *Nierauchern* und *Exrauchern* überhaupt bestimmbar ist, kann entweder auf eine Exposition durch Passivrauchen, eine Falschbeantwortung der Frage nach dem Rauchstatus oder auf eine Zufuhr von Nikotin über die Nahrung zurückzuführen sein. Bei besonders hohen Gehalten bei Nie- und Exrauchern ist eine unrichtige Fragebogenangabe und damit eine Fehlklassifikation des Probanden nicht auszuschließen.

In diversen Studien wurde dieses Problem der Fehlklassifikation diskutiert. Von verschiedenen Autoren wurden sogenannte "Cut-off-Werte" vorgeschlagen, um die Gruppe der Personen, für die falsche Fragebogenangaben vorliegen, aus der Gruppe der Nie- oder Nichtraucher auszuschließen. Bei einer großangelegten multizentrischen Studie (Riboli et al. 1995) wurde z.B. für Cotinin ein Cut-off-Wert von 50 µg/g Creatinin herangezogen. Im Bereich zwischen 50 bis 150 µg/g Creatinin sei von einer Passivrauchbelastung auszugehen. Im Rahmen der genannten Studie wurde außerdem berichtet, dass der Anteil der falsch klassifizierten Personen, je nach Cut-off-Wert, der in den meisten Studien zwischen 50 und 100 µg/g Creatinin angesetzt wird, bis zu 5 % der Nichtraucher betragen kann. Auf einen besonderen Effekt weisen Heller et al. (1998) hin: Bei zwei aufeinanderfolgenden Surveys (MONICA) gaben 17,6 % der Probanden, die sich im ersten Survey als Exraucher klassifiziert hatten, im zweiten Survey an, Nieraucher zu sein. Die Autoren weisen darauf hin, dass in anderen internationalen Studien dieser Prozentsatz zu 10 % bestimmt wurde. Der Anteil der in der genannten Studie falsch, also als Nichtraucher, klassifizierten Raucher betrug 3 %, bei einem Cut-off-Wert für Cotinin von 15 µg/l.

Würde man den Cut-off-Wert von 50 µg/g Creatinin für die Daten des Umwelt-Surveys übernehmen, so betrüge der Anteil der falsch klassifizierten Fälle 1,7 % bei den Nierauchern und 5 % bei den Exrauchern. Es ergäbe sich somit ein deutlich höherer Anteil falsch klassifizierter Raucher bei den Exrauchern, was sich wiederum mit Literaturangaben deckt (Heller et al. 1998). 9 % der Raucher weisen einen Cotininwert im Urin von weniger als 50 µg/g Creatinin auf. Bei diesen dürfte es sich um Gelegenheitsraucher handeln.

Auf die Anwendung eines Cut-off-Wertes wurde im Rahmen der Auswertung des Umwelt-Surveys 1998 verzichtet, da das Hauptziel des Surveys die Beschreibung der tatsächlichen Belastung der Bevölkerung ist. Außerdem würden sich kaum Veränderungen der geometrischen Mittelwerte ergeben. Selbstverständlich würden sich jedoch die Werte der oberen Perzentile und das arithmetische Mittel ändern.

Die in der vorliegenden Auswertung als signifikante Merkmale ermittelten Größen *Lebensalter* und *Geschlecht* sind durch das Rauchverhalten confundiert, d.h. die Anteile der Raucher nehmen mit dem Lebensalter ab und sind bei Männern höher als bei Frauen (vgl. Anhang 9.3, Assoziationen zwischen den Gliederungsmerkmalen). Von den Probanden des Umwelt-Surveys gaben 38 % der Männer und 30 % der Frauen an, zur Zeit zu rauchen. Zehn und mehr Zigaretten rauchen 28 % der Männer und 20 % der Frauen. In den jüngsten Altergruppen sind die

Raucheranteile am höchsten. 47 % der männlichen 18- bis 29-Jährigen und 44 % der weiblichen 18- bis 29-Jährigen rauchen. Diese Daten entsprechen im wesentlichen den Daten des Gesundheitssurveys (Junge und Nagel 1999).

So wie im Umwelt-Survey konnte auch in anderen Studien ein signifikanter Zusammenhang zwischen den Angaben zur Häufigkeit und Intensität der *Passivrauchexposition* und den Nikotin- und Cotiningehalten im Urin aufgezeigt werden (z.B. Benowitz 1996, Bono et al. 1996, EPA 1992, Krause et al. 1996, Rolle-Kampczyk 2000, Spierto et al. 1994). In einigen durch Hackshaw et al. (1997) zusammengefassten Studien war z.B. der Gehalt an Cotinin im Urin von Nichtrauchern, die mit einem Raucher zusammenlebten, durchschnittlich dreimal so hoch wie bei Nichtrauchern, die mit Nichtrauchern zusammenlebten. Adlkofer (1991) berichtete zusammenfassend, dass die Cotiningehalte bei Nichtrauchern, die zu Hause Tabakrauch ausgesetzt sind, deutlich höher sind, als bei Tabakrauchbelastung am Arbeitsplatz.

Wie erwähnt, kann Nikotin in bestimmten Nahrungsmitteln (Tee, Tomaten, Kartoffeln oder grünem Pfeffer) enthalten sein. Mit dem im Umwelt-Survey vorliegenden Datenmaterial wurden Zusammenhänge zwischen der *Häufigkeit des Verzehrs von Tee, Gemüse, Kartoffeln* und dem Nikotingehalt im Urin geprüft. Es ergaben sich jedoch keine signifikanten Zusammenhänge. Benowitz (1996) kam in seiner Untersuchung zu dem Schluss, dass Nahrungsmittel zwar zu einer Aufnahme von Nikotin beitragen können, diese aber im Vergleich zur Passivrauchbelastung zu vernachlässigen ist. Andere Autoren nehmen einen Beitrag des Nikotins aus der Nahrung an der Gesamtbelastung nur bei extremer Ernährungsweise an (EPA 1992).

5.5 Urincharakteristika

Im folgenden Kapitel werden die im Umwelt-Survey 1998 erhobenen Daten zur Charakterisierung des Morgenurins vorgestellt. Zum Zweck der Normierung für die im Urin gemessenen Stoffe, wurde der Creatiningehalt im Urin bei allen Probanden des Umwelt-Surveys ermittelt. Außerdem werden Daten zur Retentionszeit, d.h. dem Zeitraum zwischen der Probenahme und dem davor liegenden letzten Toilettengang und zum Uringewicht zur Verfügung gestellt.

5.5.1 Creatinin

Creatinin ist ein natürliches Abbauprodukt des Körpers. Die Menge des mit dem Urin ausgeschiedenen Creatinins gilt als weitgehend unabhängig von der Diurese, weshalb es häufig als Bezugsgröße für andere Analyte verwendet wird (Alessio et al. 1985, Weihrauch et al. 1998). Frauen scheiden weniger Creatinin aus als Männer und die Creatininausscheidung nimmt mit dem Lebensalter ab. Diese Zusammenhänge sind vor dem Hintergrund einer Korrelation zwischen der Ausscheidung des Creatinins und der Muskelmasse plausibel. Außerdem kann eine exzessive Zufuhr von Fleisch- und Fleischprodukten und eine intensive körperliche Aktivität zu einer erhöhten Creatininausscheidung führen (Alessio et al. 1985, Boeninger et al. 1993).

Die genannten Zusammenhänge spiegeln sich entsprechend in den Daten des Umwelt-Surveys wider (**Tab. 5.5.1**).

Frauen weisen einen signifikant geringeren mittleren Creatiningehalt im Urin auf als Männer. Mit dem Lebensalter nimmt der mittlere Creatiningehalt bei Männern und Frauen ab. Mit zunehmender Retentionszeit nimmt der Creatiningehalt im Urin zu und mit der Urinmenge ab. Bei Personen, die mehr als 2 Stunden pro Woche einer sportlichen Betätigung nachgehen, ist der Creatiningehalt höher als bei Personen, die weniger Sport treiben.

5.5.2 Retentionszeit und Uringewicht

Die Uhrzeit der Probenahme und der Zeitpunkt des davor liegenden letzten Toilettenganges wurden im Untersuchungszentrum protokolliert. Aus dieser Zeitdifferenz ergibt sich die Retentionszeit (**Tab. 5.5.2**). Das Uringewicht wurde durch Wägung ermittelt (**Tab. 5.5.3**).

Für die 18- bis 69-jährige Bevölkerung wird eine mittlere Retentionszeit von 7,2 Stunden und ein mittleres Uringewicht von 356 g ermittelt. Bei Männern ist die Retentionszeit länger und das Uringewicht höher als bei Frauen. Die Retentionzeit nimmt mit dem Lebensalter ab und das Uringewicht zu.

Tab. 5.5.1: Creatinin im Urin (g/l) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland

	N	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Gesamt	4730	0,57	1,38	2,58	2,95	3,47	5,00	1,49	**1,27**	1,25 - 1,30
Geschlecht *										
männlich	2384	0,70	1,60	2,78	3,16	3,67	4,94	1,69	**1,49**	1,46 - 1,52
weiblich	2346	0,49	1,13	2,29	2,66	3,18	5,00	1,29	**1,09**	1,06 - 1,12
Lebensalter *										
18-19 Jahre	181	1,04	2,19	3,46	3,82	4,56	5,00	2,21	**2,00**	1,87 - 2,14
20-29 Jahre	789	0,89	1,84	3,08	3,54	3,84	4,48	1,94	**1,73**	1,67 - 1,79
30-39 Jahre	1104	0,70	1,60	2,65	2,98	3,45	4,76	1,65	**1,46**	1,41 - 1,50
40-49 Jahre	956	0,61	1,37	2,39	2,73	3,13	4,32	1,42	**1,24**	1,20 - 1,29
50-59 Jahre	909	0,49	1,14	2,05	2,39	2,73	4,17	1,22	**1,06**	1,03 - 1,10
60-69 Jahre	790	0,42	0,91	1,83	2,13	2,56	3,16	1,04	**0,89**	0,86 - 0,93
Lebensalter x Geschlecht										
männlich *										
18-19 Jahre	102	1,14	2,24	3,57	3,94	4,41	4,94	2,29	**2,10**	1,93 - 2,29
20-29 Jahre	399	1,04	2,13	3,29	3,73	4,02	4,48	2,15	**1,96**	1,88 - 2,05
30-39 Jahre	564	0,90	1,80	2,83	3,24	3,55	4,76	1,84	**1,66**	1,60 - 1,73
40-49 Jahre	480	0,70	1,59	2,61	2,97	3,27	4,32	1,64	**1,46**	1,40 - 1,53
50-59 Jahre	458	0,56	1,36	2,23	2,51	3,01	4,17	1,40	**1,24**	1,18 - 1,30
60-69 Jahre	381	0,55	1,16	2,09	2,47	2,89	3,16	1,24	**1,09**	1,04 - 1,15
weiblich *										
18-19 Jahre	80	0,81	2,11	3,28	3,81	4,82	5,00	2,11	**1,88**	1,68 - 2,10
20-29 Jahre	390	0,77	1,60	2,77	3,27	3,69	4,48	1,73	**1,52**	1,44 - 1,61
30-39 Jahre	539	0,60	1,36	2,42	2,73	3,08	4,10	1,45	**1,27**	1,21 - 1,33
40-49 Jahre	476	0,55	1,07	2,00	2,37	2,74	3,44	1,21	**1,06**	1,01 - 1,11
50-59 Jahre	451	0,45	0,94	1,74	2,12	2,66	4,03	1,04	**0,91**	0,87 - 0,96
60-69 Jahre	410	0,36	0,72	1,58	1,83	2,09	2,48	0,85	**0,73**	0,70 - 0,77
Body-Mass-Index *										
unter 25 kg/m²	1963	0,59	1,46	2,76	3,21	3,66	5,00	1,59	**1,35**	1,31 - 1,39
25 bis unter 30 kg/m²	1817	0,57	1,35	2,49	2,83	3,28	4,40	1,45	**1,25**	1,22 - 1,28
ab 30 kg/m²	931	0,55	1,25	2,30	2,69	3,05	4,17	1,36	**1,18**	1,14 - 1,22

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile;
MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel;
KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM;
* = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0{,}001$) nach t-Test bzw. Varianzanalyse

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

Tab. 5.5.1 (Fortsetzung):

	N	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Retentionszeit des Urins *										
unter 7 Stunden	1430	0,46	1,13	2,28	2,64	3,07	5,00	1,27	**1,07**	1,03 - 1,10
über 7 bis 8 Stunden	1890	0,61	1,42	2,59	2,93	3,35	4,76	1,51	**1,31**	1,28 - 1,35
über 8 Stunden	1321	0,72	1,57	2,79	3,25	3,76	4,66	1,68	**1,48**	1,43 - 1,52
Uringewicht *										
unter 300 g	1552	0,88	1,82	3,05	3,46	3,85	5,00	1,91	**1,71**	1,67 - 1,75
300 g bis unter 450 g	1686	0,65	1,46	2,47	2,73	3,10	4,38	1,52	**1,35**	1,31 - 1,38
ab 450 g	1474	0,43	0,90	1,74	2,01	2,38	2,97	1,01	**0,88**	0,85 - 0,90
Sportliche Betätigung *										
bis zu 2 Stunden/Woche	3709	0,55	1,35	2,54	2,90	3,35	5,00	1,46	**1,25**	1,23 - 1,27
über 2 Stunden/Woche	1006	0,63	1,48	2,74	3,18	3,76	4,94	1,61	**1,38**	1,33 - 1,43
Wohnort im Jahr 1998										
alte Länder	3833	0,57	1,37	2,58	2,96	3,48	5,00	1,48	**1,27**	1,25 - 1,29
neue Länder	896	0,58	1,39	2,61	2,92	3,42	4,39	1,52	**1,30**	1,25 - 1,35

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile;
MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel;
KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM;
* = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0{,}001$) nach t-Test bzw. Varianzanalyse

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

Tab. 5.5.2: Retentionszeit bei Morgenurin-Proben (h) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland

	N	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Gesamt	4651	5	8	10	11	12	15	7,5	**7,2**	7,1 - 7,2
Geschlecht *										
männlich	2352	6	8	10	11	12	15	7,6	**7,3**	7,3 - 7,4
weiblich	2299	5	8	9	10	11	15	7,3	**7,0**	6,9 - 7,1
Lebensalter *										
18 - 19 Jahre	177	7	9	11	11	14	15	8,5	**8,3**	8,0 - 8,6
20 - 29 Jahre	775	6	8	11	12	13	15	8,1	**7,8**	7,7 - 8,0
30 - 39 Jahre	1079	5	8	10	11	12	15	7,5	**7,2**	7,1 - 7,4
40 - 49 Jahre	943	5	8	9	10	11	15	7,3	**7,1**	6,9 - 7,2
50 - 59 Jahre	898	5	7	9	10	11	14	7,2	**6,9**	6,7 - 7,0
60 - 69 Jahre	780	4	7	9	10	11	14	7,1	**6,7**	6,6 - 6,9
Lebensalter x Geschlecht männlich *										
18 - 19 Jahre	101	6	9	11	12	14	15	8,6	**8,4**	8,1 - 8,8
20 - 29 Jahre	390	6	8	11	13	14	15	8,3	**8,0**	7,8 - 8,2
30 - 39 Jahre	553	6	8	10	11	13	15	7,6	**7,3**	7,1 - 7,5
40 - 49 Jahre	476	5	8	9	10	12	13	7,4	**7,2**	7,0 - 7,4
50 - 59 Jahre	455	5	8	10	10	11	14	7,4	**7,1**	6,9 - 7,3
60 - 69 Jahre	377	5	8	9	11	12	14	7,3	**7,0**	6,8 - 7,2
weiblich *										
18 - 19 Jahre	76	7	8	10	11	12	12	8,3	**8,1**	7,7 - 8,5
20 - 29 Jahre	384	6	8	10	11	13	15	8,0	**7,7**	7,4 - 7,9
30 - 39 Jahre	525	5	8	9	10	11	12	7,4	**7,1**	7,0 - 7,3
40 - 49 Jahre	467	5	7	9	10	11	15	7,2	**6,9**	6,7 - 7,1
50 - 59 Jahre	444	4	7	9	10	11	12	7,1	**6,7**	6,4 - 6,9
60 - 69 Jahre	403	4	7	9	10	11	13	6,9	**6,5**	6,3 - 6,8
Body-Mass-Index *										
bis <25 kg/m²	1930	6	8	10	11	13	15	7,7	**7,4**	7,3 - 7,5
ab 25 kg/m²	2703	5	8	9	10	12	15	7,3	**7,0**	6,9 - 7,1

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile;
MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel;
KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM;
* = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0{,}001$) nach t-Test bzw. Varianzanalyse
Angaben über 15 h wurden als ungültig betrachtet

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

Tab. 5.5.3: Uringewicht von Morgenurin-Proben (g) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland

	N	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	KI GM
Gesamt	4723	202	364	612	694	799	1000	390	**356**	352 - 361
Geschlecht *										
männlich	2379	248	409	647	726	870	1000	431	**401**	394 - 407
weiblich	2344	176	317	569	635	722	1000	348	**316**	311 - 322
Lebensalter *										
18 - 19 Jahre	180	196	307	568	612	729	794	347	**319**	301 - 339
20 - 29 Jahre	788	193	324	593	667	750	1000	359	**327**	317 - 337
30 - 39 Jahre	1104	205	356	611	689	827	1000	387	**353**	344 - 362
40 - 49 Jahre	954	201	367	618	688	796	1000	394	**361**	351 - 371
50 - 59 Jahre	907	199	387	629	715	794	1000	405	**371**	361 - 382
60 - 69 Jahre	790	218	393	623	716	851	1000	413	**380**	369 - 391
Lebensalter x Geschlecht männlich *										
18 - 19 Jahre	101	226	339	604	653	785	794	384	**358**	332 - 385
20 - 29 Jahre	397	216	380	644	712	839	1000	405	**371**	356 - 387
30 - 39 Jahre	564	233	408	636	716	873	1000	426	**394**	382 - 408
40 - 49 Jahre	479	258	407	649	740	896	1000	433	**404**	390 - 418
50 - 59 Jahre	458	266	439	680	753	889	1000	455	**426**	411 - 440
60 - 69 Jahre	380	280	423	648	770	917	1000	447	**422**	407 - 437
weiblich *										
18 - 19 Jahre	80	164	264	516	562	610	758	301	**277**	253 - 302
20 - 29 Jahre	391	175	285	489	592	675	849	312	**288**	276 - 299
30 - 39 Jahre	540	183	307	574	653	739	987	346	**314**	302 - 326
40 - 49 Jahre	474	170	330	568	640	695	894	354	**322**	309 - 335
50 - 59 Jahre	449	165	326	574	638	730	935	355	**323**	310 - 336
60 - 69 Jahre	410	180	356	604	704	771	1000	380	**345**	330 - 360
Retentionszeit des Urins *										
bis zu 7 Stunden	2104	190	354	593	672	784	1000	377	**343**	336 - 349
ab 8 Stunden	2537	213	372	624	703	804	1000	401	**368**	362 - 374
Body-Mass-Index *										
unter 25 kg/m²	1958	196	338	589	658	749	1000	368	**337**	330 - 343
ab 25 kg/m²	2747	208	385	630	715	835	1000	406	**371**	365 - 378

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile;
MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel;
KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM;
* = signifikanter Unterschied der GM ($p \leq 0{,}001$) nach t-Test bzw. Varianzanalyse
Maximum bedingt durch Probengefäß

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

6 Schlussfolgerungen

Mit dem vorliegenden Berichtsband zum Umwelt-Survey 1998 werden aktuelle repräsentative Daten zur korporalen Belastung der deutschen Bevölkerung für eine umweltbezogene Gesundheitsbeobachtung und -berichterstattung auf nationaler Ebene im Sinne des Aktionsprogramms Umwelt und Gesundheit bereitgestellt.

Die Daten des Umwelt-Surveys 1998 belegen, dass die Arsen-, Blei- Cadmium- und Quecksilberbelastung der Bevölkerung in Deutschland gegenüber der mit früheren Umwelt-Surveys erhobenen Situation weiter zurückgegangen ist. Die Emissionen der genannten Elemente sind in Deutschland durch die Politik zur Luftreinhaltung, z.B. die Anwendung der TA-Luft auch in den neuen Bundesländern, generell gesunken. Dadurch hat auch die Belastung der Luft abgenommen. Auch die Zufuhr über die Nahrung, dem für die Allgemeinbevölkerung wesentlichsten Zufuhrpfad, dürfte abgenommen haben. Hinsichtlich eines zeitlichen Vergleichs aussagekräftige repräsentative Daten zur Burteilung des Aufnahmepfades Nahrung stehen allerdings derzeit nicht zur Verfügung.

Der Cadmiumgehalt im Blut wird wesentlich durch den Tabakkonsum bestimmt und hat sich bei Rauchern gegenüber 1990/92 nicht verändert. Bei Nichtrauchern bewegt er sich inzwischen auf einem analytisch so niedrigem Niveau, dass eine abschließende Aussage über einen zeitlichen Trend nicht möglich ist.

Die korporale Belastung mit polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) hat vor allem in den neuen Bundesländern abgenommen und sich der niedrigeren Belastung in den alten Bundesländern angenähert. Dieser Rückgang geht einher mit einer Abnahme der PAK-Belastung der Luft, die wiederum auf verringerte Emissionen durch Hausbrand und Industrie zurückzuführen ist.

Nach In-Kraft-Treten der PCP-Verordnung im Jahre 1989 ist die Belastung der Umwelt mit PCP deutlich zurückgegangen, was sich an den Ergebnissen des Umwelt-Surveys ablesen lässt. Im Zeitraum von 1990/92 bis 1998 hat der PCP-Gehalt im Urin deutlich abgenommen.

Organochlorverbindungen und andere Chlorphenole (außer PCP) wurden erstmalig im Rahmen des dritten Umwelt-Surveys analysiert, so dass für diese Verbindungen nun auch Vergleichswerte für eine bundeseinheitliche Bewertung umweltmedizinischer Befunde zur Verfügung stehen.

Vorbehaltlich aller Einschränkungen, welche bei einem Vergleich unterschiedlicher Bevölkerungsstudien zu berücksichtigen sind (Jahr der Durchführung der Studie, Studiendesign und chemische Analytik), zeigt sich, dass die gemessenen Expositionen der deutschen Bevölkerung eher im unteren Bereich der in der EU vorkommenden Wertebereiche liegen. Im globalen Vergleich liegen sie etwa in Größenordnungen, wie sie in Nordamerika anzutreffen sind. In Osteuropa, Entwicklungs- und Schwellenländern bestehen zum Teil deutlich höhere Belastungen der Bevölkerung. Dennoch darf nicht übersehen werden, dass auch in der deutschen Bevölkerung Belastungen vorkommen, bei denen eine gesundheitliche Beeinträchtigung nicht sicher auszuschließen oder möglich ist.

Eine gesundheitliche Bewertung korporaler Schadstoffgehalte kann mit Hilfe der von der Kommission Human-Biomonitoring des Umweltbundesamtes festgelegten Human-Biomonitoring-Werte vorgenommen werden. Bei ca. 0,7 % der Frauen im gebährfähigen Alter ist der Bleigehalt im Blut auffällig. Ca. 0,5 % der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung weisen einen auffälligen Cadmiumgehalt im Urin auf. Bei Quecksilber in Blut und Urin betragen diese Anteile ca. 0,7 und ca. 0,4 %. Für eine Gesamtbewertung der Belastungssituation der Bevölkerung in Deutschland sollte berücksichtigt werden, dass bestimmte kleinräumige, lokal begrenzte oder gruppenspezifische Belastungssituationen vorkommen können, ohne hier erfasst zu werden.

Eine Bereitstellung von Referenzwerten ist eines der wesentlichen Ziele des Umwelt-Surveys. Referenzwerte sind Werte, welche die Konzentration eines Stoffes im betreffenden Körpermedium für eine bestimmte Bevölkerungsgruppe zum Zeitpunkt der Durchführung einer Studie beschreiben. Sie ermöglichen die Beschreibung der Belastung durch einen ubiquitär vorkommenden Stoff und sind rein statistisch definierte Werte, denen per se keine gesundheitliche Bedeutung zu kommt. Die derzeit von der Kommission Human-Biomonitoring festgelegten Referenzwerte für Blei, Cadmium und Quecksilber im Blut, Cadmium, Quecksilber und PCP im Urin basieren auf den Ergebnissen vorangegangener Umwelt-Surveys. Die bisherigen Referenzwerte für Organochlorverbindungen basieren dagegen auf den Daten anderer, kleinerer Studien. Mit den nun vorliegenden Ergebnissen des dritten Umwelt-Surveys 1998 wird es der Human-Biomontoring-Kommission möglich sein, die vorhandenen Referenzwerte zu aktualisieren. Solche Referenzwerte sind ein wichtiges Hilfsmittel, um individuelle Ergebnisse und anlassbezogene oder regional begrenzte Studienergebnisse zu bewerten.

Bei der Festlegung der Referenzwerte werden von der Kommission bestimmte wesentliche expositionsrelevante Merkmale berücksichtigt, in dem für bestimmte Bevölkerungsgruppen unterschiedliche Referenzwerte festgelegt werden. Dies sind bei Blei im Blut Frauen im gebährfähigen Alter und Männer, bei Cadmium im Blut Raucher und Nichtraucher, bei Quecksilber im Blut Personen mit und ohne hohen Fischkonsum und bei Quecksilber im Urin Personen mit und ohne Zähne mit Amalgamfüllungen. Bei der vorliegenden Auswertung der Daten des Umwelt-Surveys wurde den Anforderungen der Kommission nach klar gegliederten Daten Rechnung getragen.

7 Literatur

Adlkofer, F.: Abschätzung der inneren Belastung durch Tabakrauch mittels Biological Monitoring. VDI Berichte 888 (1991) 499-519.

Akesson, I., Schutz, A., Attewell, R., Glantz, P.-O.: Status of mercury and selenium in dental personnel: impact of amalgam work and own fillings. Arch. Environ. Health 46, 2 (1991) 102-109.

Alessio, L., Berlin, A., Dell'Orto, A., Toffoletto, F., Ghezzi, I.: Reliability of urinary creatinine as a parameter used to adjust values of urinary biological indicators. Int. Arch. Occup. Environ. Health 55 (1985) 99-106.

Al-Saleh, I., Khalil, M.A., Taylor, A.: Lead, erythrocyte protoporphyrin, and hematological parameters in normal maternal and umbilical cord blood from subjects of the Riyadh region, Saudi Arabia. Arch. Environ. Health 50, 1 (1995) 66-73.

Angerer, J.: Das Biological Monitoring bei der Beurteilung der Belastung/Beanspruchung durch PAH-Aufnahme in Wohnungen mit teerhaltigem Parkettkleber. Umweltmed. Forsch. Prax. 4, 2 (1999) 65-72.

Angerer, J.: PCP and chlorophenols in urine. In Angerer, J., Schaller, K.H. (eds.): Analyses of hazardous substances in biological materials, Vol 7. Deutsche Forschungsgemeinschaft, VCH-Verlag, Weinheim, 2001, p. 143-169.

Angerer, J., Heinzow, B., Reimann, D.O., Knorz, W., Lehnert, G.: Internal exposure to organic substances in a municipal waste incinerator. Int. Arch. Occup. Environ. Health 64 (1992) 265-273.

Angerer, J., Göen, T., Schaller, K.H., Lackmann, G.M., Töllner, U.: Pränatale Belastung mit Polychlorierten Biphenylen und Hexachlorbenzol. Ein Vergleich der Werte aus den Jahren 1984/85 und 1994/95. Umweltmed. Forsch. Prax. 1, 2 (1996) 78-82.

Angerer, J., Gündel, J., Mannschreck, C., Ewers, U., Büttner, K.: Beurteilung der PAH-Belastung, Anwohner eines Industriegebietes in der Bundesrepublik Deutschland. Umweltmed. Forsch. Prax. 2, 1 (1997) 17-22.

Apostoli, P., Maranelli, G., Micciolo, R.: Is hypertension a confounding factor in the assessment of blood lead reference values. Sci. Total Environ. 120 (1992) 127-134.

Arbouine, M.W., Wilson, H.K.: The effect of seafood consumption on the assessment of occupational exposure to arsenic by urinary arsenic speciation measurements, J. Trace Elem. Electrolytes Health Dis. 6 (1992) 153-160.

Asplund, L., Svensson, B.-G., Eriksson, U., Jansson, B., Jenden, S., Wideqvist, U., Skerfing, S.: Polychlorinated biphenyls, 1,1,1-trichloro-2,2-bis(p-chlorophenyl)-ethane (p,p'-DDT) and 1,1-dichloro-2,2-bis(p-chlorophenyl)-ethylene (p,p'-DDE) in human plasma related to fish consumption. Arch. Environ. Health 49, 6 (1994) 477-486.

BAGS (Behörde für Arbeit, Gesundheit und Soziales): Epidemiologisches Untersuchungsprogramm Billesiedlung, Band 1-4. Hamburg, 1997.

BAGS (Behörde für Arbeit, Gesundheit und Soziales): Epidemiologisches Untersuchungsprogramm Billesiedlung. Hamburg, persönliche Mitteilung, 1999.

Beard, J., Marshall, S., Jong, K., Newton, R., Triplett-McBride, T., Humphries, B., Bronks, R.: 1,1,1-Trichloro-2,2-bis (p-Clorophenyl)-ethane (DDT) and reduced bone mineral density. Arch. Environ. Health 55, 3 (2000) 177-180.

Beck, H., Mathar, W.: Analysenverfahren zur Bestimmung von ausgewählten PCB-Einzelkomponenten in Lebensmitteln. Bundesgesundheitsblatt 28 (1985) 1-12.

Becker, K., Seiwert, M., Bernigau, W., Hoffmann, K., Krause, C., Nöllke, P., Schulz, C., Schwabe, R: Umwelt-Survey 1990/92, Band VII: Quecksilber - Zusammenhangsanalyse. Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene des Umweltbundesamtes, Berlin, WaBoLu-Hefte 6/1996.

Becker, K., Müssig-Zufika, M., Hoffmann, K., Krause, C., Meyer, E., Nöllke, P., Schulz, C., Seiwert, M.: Umwelt-Survey 1990/92 Band V: Trinkwasser. Despription der Spurenelementgehalte im Haushalts- und Wasserwerks-Trinkwasser der Bevölkerung in der Bundesrepublik Deutschland. Umweltbundesamt. WaBoLu-Hefte 5/1997.

Becker, K., Kaus, S., Helm. D., Krause, C., Meyer, E., Schulz, C., Seiwert, M., Seifert, B.: Umwelt-Survey 1998 Band IV: Trinkwasser. Elementgehalte in Stagnationsproben des häuslichen Trinkwassers der Bevölkerung in Deutschland. Umweltbundesamt. WaBoLu-Hefte 2/2001.

Begerow, J., Turfeld, M., Dunemann, L.: Determination of physiological palladium and platinum levels in urine using double focusing magnetic sector field ICP-MS. Fresenius J. Anal. Chem. 359 (1997) 427-429.

Begerow, J., Wiesmüller, G.A., Turfeld, M., Dunemann, L.: Welchen Beitrag liefern Immissionen aus dem Straßenverkehr zur Hintergrundbelastung der Bevölkerung mit Platin und Palladium. Umweltmed. Forsch. Praxis 3, 4 (1998) 257.

Begerow, J., Neuendorf, J., Turfeld, M., Raab, W., Dunemann, L.: Long-term urinary platinum, palladium, and gold excretion of patients after insertion of noble-metal dental alloys, Biomarkers 4, 1 (1999a) 27-36.

Begerow, J., Sensen, U., Wiesmüller, G.A., Dunemann, L.: Internal platinum, palladium, and gold exposure in environmentally and occupationally exposed persons. Zbl. Hyg. Umweltmed. 202 (1999b) 411-424.

Bellach, B., Kopf, H., Thefeld, W.: Der Bundes-Gesundheitssurvey 1997/98. Gesundheitswesen 60, Sonderheft 2 (1998) 59-68.

Benes, B., Spevackova, V., Smid, J., Cejchanova, M., Cerna, M., Subrt, P., Marecek, J.: The concentration levels of Cd, Pb, Hg, Cu, Zn and Se in blood of the population in the Czech Republic. Cent. Eur. J. Publ. Health 8, 2 (2000) 117-119.

Benowitz, N.L.: Cotinine as a biomarker of environmental tobacco smoke exposure. Epidemiological Reviews 18, 2 (1996) 188-204.

Bensryd, I., Rylander, L., Högstedt, B., Aprea, P., Bratt, I., Fahraeus, C., Holmen, A., Karlsson, A., Nilsson, A., Svensson, B.-L., Schütz, A., Thomassen, Y., Skerving, S.: Effect of acid precipitation on retention and excretion of elements in man. Sci. Total Environ. 145 (1994) 81-102.

Benthe, C., Heinzow, B., Jessen, H., Mohr, S., Rotard, W.: Polychlorinated biphenyls. Indoor air contamination due to thiokol-rubber sealants in an office building. Chemosphere 25, 7-10 (1992) 1481-1486.

Berglund, M., Akesson, A., Nermell. B., Vahter, M.: Intestinal absorption of dietary cadmium in women is dependent in body iron stores and fiber intake. Environ. Health Perspect. 102 (1994) 1058-1066.

Bergmann, K.E., Mensink, G.B.M.: Körpermaße und Übergewicht. Gesundheitswesen 61, Sonderheft 2 (1999) 115-120.

Bernigau, W., Becker, K., Chutsch-Abelmann, M., Henke, M., Krause, C., Schulz, C., Schwarz, E., Thefeld, W.: Umwelt-Survey 1985/86 Band IVb: Blei. Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene des Umweltbundesamtes, WaBoLu-Hefte 7/1993.

Bernigau, W., Becker, K., Hoffmann, K., Krause, C., Friedrich, C., Schulz, C., Seifert, B.: Umwelt-Survey 1990/92 Band X: Blei - Zusammenhangsanalyse. Umweltbundesamt, Berlin, WaBoLu-Hefte 7/1999.

Bhatnagar, V.K., Patel, J.S., Variya, M.R., Venkaiah, K., Shah, M.P., Kashyap, S.K.: Levels of organochlorine insecticides in human blood from Ahmedabad (rural), India. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 48 (1992) 302-307.

Björkman, L., Lind, B.: Factors influencing mercury evaporation rate from dental amalgam fillings. Scand. J. Dent. Res. 100 (1992) 354-360.

Boeninger, M.F., Lowry, L.K., Rosenberg, J.: Interpretation of urine results used to assess chemical exposure with emphasis in creatinine adjustments: a review. Am. Ind. Hyg. Assoc. J. 54, 10 (1993) 615-627.

Bono, R., Pignata, C., Scursatone, E., Rovere, R., Natale, P., Gilli, G.: Updating about reductions of air and blood lead concentrations in Turin, Italy, following reductions in the lead content of gasoline. Environ. Res. 70 (1995) 30-34.

Bono, R., Russo, R., Arossa, W., Scursatone, E., Gilli, G.: Involuntary exposure to tobacco smoke in adolescents: urinary cotinine and environmental factors. Arch. Environ. Health 51, 2 (1996) 127-131.

Boogaard, P.J., van Sittert, N.J.: Urinary 1-hydroxypyrene as a biomarker of exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons in workers in petrochemical industries: Baseline values and dermal uptake. Sci. Total Environ. 163 (1995) 203-209.

Bost, L., Primatesta, P., Dong, W., Poulter, N.: Blood lead and blood pressure: evidence from the Health Survey for England 1995. J. Human Hypertension 13 (1999) 123-128.

Buchet, J.P., Staessen, J., Roels, H., Lauwerys, R., Fagard, R.: Geographical and temporal differences in the urinary excretion of inorganic arsenic: a Belgian population study. Occup. Environ. Med. 53 (1996) 320-327.

Buckley, T.J., Lioy, P.J.: An examination of the time course from human dietary exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons to urinary elimination of 1-hydroxypyrene. British J. Indust. Med. 49 (1992) 113-124.

Buckley, T.J., Liddle, J., Ashley, D.L., Paschal, D.C., Burse, V.W., Needham, L.L., Akland, G.: Environmental and biomarker measurements in nine homes in the lower Rio Grande Valley: multimedia results for pesticides, metals, PAHs, and VOCs. Environ. International 23, 5 (1997) 705-732.

Burgaz, S., Borm, P.J.A., Jongeneelen, J.: Evaluation of urinary excretion of 1-hydroxypyrene and thioethers in workers exposed to bitumen fumes. Int. Arch. Occup. Environ. Health 63 (1992) 397-401.

Buss Muldoon, S., Cauley, J.A., Kuller, L.H., Scott, J., Rohay, J.: Lifestyle and sociodemographic factors as determinants of blood lead levels in elderly women. American J. Epidemiology 139, 6 (1994) 599-608.

Butte, W., Heinzow, B.: Referenzwerte der Konzentrationen an Pentachlorphenol in Serum und Urin. Klin. Lab. 1-2 (1995) 31-35.

Butte, W., Angst, M., Böhmer, W., Eilers, J., Goebel, A.: Referenzwerte der Konzentrationen an Pentachlorphenol in Serum und Urin. Ärztl. Lab. 33 (1987) 67-74.

CDC (Centers for Disease Control and Prevention): National report on human exposure to environmental chemicals. CDC, Atlanta, Georgia, 2001.

Chu, N.-F-., Liou, S.-H., Wu, T.-N., Chang, P.-Y.: Reappraisal of the relation between blood lead concentration and blood pressure among the general population in Taiwan. Occup. Environ. Med. 56 (1999) 30-33.

Chuang, J.C., Callahan, P.J., Lyu, C.W., Wilson, N.K.: Polycyclic aromatic hydrocarbon exposures of children in low-income families. JEAEE 9 (1999) 85-98.

Ciba-Geigy: Wissenschaftliche Tabellen Geigy. Hämatologie und Humangenetik. Ciba-Geigy AG, Basel, 8.Aufl., 1979.

Clayton, C.A., Pellizzari, E.D., Whitmore, R.W., Perritt, R.L., Quackenboss, J.J.: National Human Exposure Assessment Survey (NHEXAS): distributions and associations of lead, arsenic and volatile organic compounds in EPA region V. JEAEE 9 (1999) 381-392.

Dell'Omo, M., Muzi, G., Piccinini, R., Gambelunhe, A., Morucci, P., Fiordi, T., Ambrogi, M., Abbritti, G.: Blood cadmium concentrations in the general population of Umbria, Central Italy. Sci. Total Environ. 226 (1999) 57-64.

Derner, M., Gerhard, I., Monga, B., Runnebaum, B., Daniel, V.: Immunologische, endokrine und klinisch-chemische Veränderungen bei Frauen mit hormonellen Störungen bei Pentachlorphenol- und Lindanbelastung. Zbl. Arbeitsmed. 45 (1995) 312-328.

Detzel, A., Patyk, A., Fehrenbach, H., Franke, B., Gingrich, J., Lell, M., Vogt, R.: Ermittlung von Emissionen und Minderungsmaßnahmen für persistente organische Schadstoffe in der Bundesrepublik Deutschland. Umweltbundesamt, Texte 74/98.

DFG (Deutsche Forschungsgemeinschaft), Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe (Hrsg.): Biologische Arbeitsstoff-Toleranz-Werte, γ-Hexachlorcyclohexan. VCH-Verlag, Weinheim, 1988.

DFG (Deutsche Forschungsgemeinschaft): Analyses of hazardous substances in biological materials Vol. 1-7, Wiley-VCH, Weinheim, 2001.

DGE (Deutsche Gesellschaft für Ernährung): Ernährungsbericht 1996. Deutsche Gesellschaft für Ernährung, Frankfurt a.M., 1996.

Dieckow, P., Ullrich, D., Seifert, B.: Vorkommen von polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) in Wohnungen mit Parkettfußböden. Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene des Umweltbundesamtes, WaBoLu-Hefte 2/1999.

Drasch, G., Schupp, I., Riedl, G., Günther, G.: Einfluß von Amalgamfüllungen auf die Quecksilberkonzentrationen in menschlichen Organen. Dtsch. Zahnärztl. Z. 47, 8 (1992) 490-496.

Drexler, H., Schaller, K.-H.: The mercury concentration in breast milk resulting from amalgam fillings and dietary habits. Environ. Res. Section A 77 (1998) 124-129.

Dube, P., Krause, C., Windmüller, L.: Direct determination of cadmium in urine using graphite furnace atomic absorption spectrometry with Zeeman-effect bachground correction. Analyst 114 (1989) 1249-1253.

Dubrowsky, S.D., Wallace, L.A., Buckley, T.J.: The contribution of traffic to indoor concentrations of polycyclic aromatic hydrocarbons. JEAEE 9 (1999) 312-321.

Eckrich, W.: Organochlorverbindungen im Blut der Bevölkerung. Zbl. Arbeitsmed. 48 (1998) 96.

Eckrich, W., Gerhard, I.: Organochlorverbindungen im Blut der Bevölkerung - ein Überblick. Klin. Lab. 9 (1992) 462-468.

EPA (Environmental Protection Agency): Respiratory health effects of passive smoking: Lung cancer and other disorders. EPA report 600/6-90/006F, Washington, D.C., 1992.

Ewers, U.: Untersuchungen zur Cadmiumbelastung der Bevölkerung in der Bundesrepublik Deutschland. Erich Schmidt Verlag, Berlin, 1990.

Ewers, U., Wilhelm, M.: Metalle/Cadmium, Umweltschadstoffe VI-3. In: Wichmann, H.-E., Schlipköter, H.-W., Fülgraff, G. (Hrsg.): Handbuch der Umweltmedizin. ecomed Verlag, Landsberg, 6. Erg. Lfg., 1995.

Farago, M.E., Kavanagh, P., Blanks, R., Kelly, J., Kazantzis, G., Thornton, I., Simpson, P.R., Cook, J.M., Delves, T., Gwendy, E.M.: Platinum concentrations in urban road dust and soil, and in blood and urine in the United Kingdom. Analyst 123 (1998) 451-454.

Farias, P., Borja-Aburto, V.H., Rios, C., Hertz-Picciotto, I., Rojas-Lopez, M., Chavez-Ayala, R.: Blood lead levels in pregnant women of high and low socioeconomic status in Mexico City. Environ. Health Perspectives 104, 10 (1996) 1070-1074.

Fawcett, J.P., Williams, S.M., Heydon, J.L., Walmsley, T.A., Menkes, D.B.: Distribution of blood lead levels in a birth cohort of New Zealanders at age 21. Environ. Health Perspec. 104, 12 (1996) 1332-1335.

Fiolet, D.C.M., Cuijpers, C.E.J., Ritsema, R., Lebret, E.: Biological monitoring of metals in the general Dutch population: reference values, trends and determinants. Epidemiology 10, 4 Supplement (1999) 72.

Friedrich, C., Helm, D., Becker, K., Hoffmann, K., Krause, C., Nöllke, P., Schulz, C., Seiwert, M., Seifert, B.: Umwelt-Survey 1990/92 Band VI: Hausstaub. Deskription der Spurenelement- und Biozidgehalte im Hausstaub in der Bundesrepublik Deutschland. Umweltbundeamt, WaBoLu-Hefte 1/2001.

Fromme, H., Beyer, A., Meusel, K., Baudisch, H., Laue, W.: Untersuchungen zur Belastung der Berliner Bevölkerung mit aromatischen Kohlenwasserstoffen und Schwermetallen im Rahmen einer Studie zu den gesundheitlichen Auswirkungen des Kfz-Verkehrs. Gesundheitswesen 59 (1997) 512-518.

Furman, A., Laleli, M.: Maternal and umbilical cord blood lead levels: an Instanbul study. Arch. Environ. Health 56,1 (2001) 26-28.

Gabrio, T., Piechotowski, I., Wallenhorst, T., Klett, M., Cott, L., Friebel, P., Link, B., Schwenk, M.: PCB-blood levels in teachers, working in PCB-contaminated schools. Chemosphere 40 (2000) 1055-1062.

Gammon, M.D., Wolff, M.S., Neugut, A.I., Terry, M.B., Papadopoulos, K., Levin, B., Wang, Q., Santella, M.: Temporal variation in chlorinated hydrocarbons in healthy women. Cacner Epidemiology, Biomarkers & Prevention 6 (1997) 327-332.

Gebel, T., Behmke, C., Dunkelberg, H.: Einfluß einer geogenen Exposition von Quecksilber, Arsen und Antimon auf die Körperbelastung - eine Biomonitoring-Studie. Zentralb. Hyg. Umweltmed. 201 (1998) 103-120.

Gebel, T., Becher, H.: Metalle/Arsen VI-3. Umweltschadstoffe VI-3. In: Wichmann, H.-E., Schlipköter, H.-W., Fülgraff, G. (Hrsg.): Handbuch der Umweltmedizin. ecomed Verlag, Landsberg, 21. Erg. Lfg., 2001.

Gerhard, I., Caniel, V., Link, S., Monga, B., Runnemann, B.: Chlorinated hydrocarbons in women with repeated miscarriages. Environ. Health Perspect. 106, 10 (1998) 675-681.

Gerhard, I., Monga, B., Krähe, J., Runnebaum, B.: Chlorinated hydrocarbons in infertile women. Environ. Research Section A 80 (1999) 299-310.

Goen, T., Angerer, J.: Innere Belastung der Allgemeinbevölkerung gegenüber DDT und DDE, Referenzwerte und Tendenzen für die alten Bundesländer. Umweltmed. Forsch. Prax. 2, 1 (1997) 29-31.

Goen, T., Gündel, J., Schaller, K.-H., Angerer, J.: The elimination of 1-hydroxypyrene in the urine of the general population and workers with different occupational exposures to PAH. Sci. Total Environ. 163 (1995) 195-201.

Grandjean, P., Nielsen, G.D., Jorgensen, P.J., Horder, M.: Reference intervals for trace elements in blood: significance of risk factors, Scand. J. Clin. Lab. Invest. 52 (1992) 321-337

Grasmick, C., Huel, G., Moreau, T., Sarmini, H.: The combined effect of tobacco and alcohol consumption on the level of lead and cadmium in blood. Sci. Total Environ. 41 (1985) 207-217.

Grimmer, G., Dettbarn, G., Jacob, J.: Biomonitoring of polycyclic hydrocarbons in highly exposed coke plant workers by measurement of urinary phenanthrene and pyrene metabolites (phenols and dihydrodiols). Int. Arch. Occup. Environ. Health 65 (1993) 189-199.

Hackshaw, A.K., Law, M.R., Wald, N.J.: The accumulated evidence on lung cancer and environmental tobacco smoke. BMJ 315 (1997) 980-988.

Hakala, E., Pyy, L.: Assessment of exposure to inorganic arsenic by determing the arsenic species excreted in urine, Toxicology Letters 77 (1995) 249-258.

Hanß, A., Herzig, S., Lutz-Holzhauer, C.: Abschätzung des Krebsrisikos durch Luftverunreinigungen nach der LAI-Studie auf des Basis von flächendeckenden Messungen. Gefahrstoffe - Reinhaltung der Luft 57 (1997) 71-74.

Hayano, M., Nogawa, K., Kido, T., Kobayashi, E., Honda, R., Turitani, I.: Dose-response relationship between urinary cadmium concentration and β_2-microglubulinuria using logistic regression analysis. Arch. Environ. Health 51, 2 (1996) 162-167.

Heinrich, J., Popescu, M., Wjst, M., Trepka, M.J., Cyrys, J., Wichmann, H.E.: Umweltmedizinische Untersuchungen im Raum Bitterfeld, im Raum Hettstedt und einem Vergleichsgebiet 1992-1994. Institut für Epidemiologie der GSF, GSF-Bericht 10/1995.

Heinrich-Ramm, R., Wegner, R., Szadkowski, D.: Chlorophenol excretion - results of biomonitoring for a reference group and for harbour mud workers. Umweltmed. Forsch. Prax. 4, 4 (1999) 207.

Heinzow, B.: Organische Verbindungen/Pentachlorphenol, Umweltschadstoffe VI-4. In: Wichmann, H.-E., Schlipköter, H.-W., Fülgraff, G. (Hrsg.): Handbuch der Umweltmedizin. ecomed Verlag, Landsberg, 1993.

Heller, W.-D., Scherer, G., Sennewald, E., Adlkofer, F.: Misclassification of smoking in a follow-up population study in Southern Germany. Clin. Epidemiol. 51, 3 (1998) 211-218.

Hense, H.-W., Filipiak, B., Novak, L., Stoeppler, M.: Nonoccupational determinants of blood lead concentrations in a general population, Int. J. Epid. 21 (1992) 753-762.

Hernandez-Avila, M., Gonzales-Cossio, T., Palazuelos, E., Romieu, I., Aro, A., Fishbein, E., Peterson, K.E., Hu, H.: Dietary and environmental determinants of blood and bone lead levels in lactating postpartum women living in Mexico City. Environ. Health Perspectives 104, 10 (1996) 1076-1082.

Herr, C., Jankowsky, M., Küster, W., Stilianakis, N., Angerer, J., Gieler, U., Eikmann, T.: Determinanten der internen Platinexposition bei 87 Patienten einer dermatologischen Fachklinik. Zbl. Arbeitsmed. 51 (2001) 173.

Heseker, H., Adolf, T., Eberhardt, W., Hartmann, S., Herwig, A., Kübler, W., Matiaske, B., Moch, K.J.: Lebensmittel- und Nährstoffaufnahme Erwachsener in der Bundesrepublik Deutschland. VERA-Schriftenreihe Band III, Fleck Wissenschaflticher Fachverlag, Niederkleen, 1992.

Heudorf, U.: Umweltmedizinische Sprechstunde für Bewohner der ehemaligen US-Housing in Frankfurt am Main. Gesundheitsamt der Stadt Frankfurt am Main, 1999a.

Heudorf, U.: Innenraumbelastung mit polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen durch PAK-haltige Parkettkleber. Sachstandsbericht zur Bewertung und zum Umgang mit dieser "neuen Altlast" im Innenraum. Gesundheitswesen 61 (1999b) 567-572.

Heudorf, U.: Hohe PCP-Blutspiegel durch PCP-belastete Lederkleidung. Dtsch. Med. Wschr. 125 (2000) 766-768.

Heudorf, U., Angerer, J.: Aktuelle PCB-Belastung einer Wohnbevölkerung in Deutschland 1998. Umweltmed. Forsch. Prax. 5, 3 (2000a) 137-142.

Heudorf, U., Angerer, J.: Urinary monohydroxylated phenanthrenes and hydropyrene- the effect of smoking habits and changes induced by smoking in monooxygenase metabolism. In: International Congress on Environmantal Health, October 1-4, Hannover, Germany, 2000b.

Hill, R.H., Head, S.L., Baker, S., Gregg, M., Shealy, D.B., Bailey, S.L., Williams, C.C., Sampson, E.J., Needham, L.L.: Pesticides residues in urine of adults living in the United States: reference range concentrations. Environ. Res. 71 (1995) 99-108.

Hoffmann, K., Helm, D., Becker, K., Friedrich, C., Krause, C., Nöllke, P., Seiwert, M., Seifert, B.: Umwelt-Survey 1990/92 Band IX: Cadmium - Zusammenhangsanalyse. Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene des Umweltbundesamtes, Berlin, WaBoLu-Hefte 1/1999.

Holst, E., Christensen, J.M., Poulsen, O.M.: Intervals for the description of the biological level of a trace metal in a reference population. Danish National Institute of Occupational Health,Copenhagen, Denmark, 1994.

Horn; M., Heinzow, B., Dolk, G.: Belastung der Humanmilch in der ehemaligen DDR mit DDT, HCH, HCB, PCB. Untersuchung und toxikologische Bewertung. Zbl. Hyg. 196 (1994) 95-103.

Hovinga, M.E., Sowers, M., Humphrey, H.E.B.: Environmental exposure and lifestyle predictors of lead, cadmium, PCB, and DDT levels in Great Lakes fish eaters. Arch. Environ. Health 48, 2 (1993) 98-104.

Hu, H., Aro, A., Payton, M., Korrick, S., Sparrow, D., Weiss, S.T., Rotnitzky, A.: The relationship of bone and blood lead to hypertension. The normative aging study. JAMA 275, 15 (1996) 1171-1176.

Humphrey, H.E.B., Gardiner, J.C., Pandya, J.R., Sweeney, A.M., Gasior, D.M., McCaffrey, R.J., Schantz, S.L.: PCB Congener profile in the serum of humans consuming Great Lakes fish. Envrion. Health Perspect. 108, 2 (2000) 167-172.

Hwang, Y.-H., Bornschein, R.L., Grote, J., Menrath, W., Roda, S.: Urinary arsenic excretion as a biomarker of arsenic exposure in children. Arch. Environ. Health 52, 2 (1997) 139-147.

Jacob, J., Grimmer, G., Dettbarn, G.: Profile of urinary phenanthrene metabolites in smokes and non-smokers. Biomarkers 4, 3 (1999) 319-237.

Järup, L., Berglund, M., Elinder, C.G., Nordberg, G., Vahter, M.: Health effects of cadmium exposure - a review of the literature and a risk estimate. Scandinavian J. Work, Environ. Health 24, Supplement 1 (1998) 1-52.

Jokstad, A., Thomassen, Y., Bye, E., Clench-Aas, J., Aaseth, J.: Dental amalgam and mercury. Pharmacol. & Toxicol. 70 (1992) 308-313.

Jongeneelen, F.J.: Biological monitoring of environmental exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons; 1-hydroxypyrene in urine of people. Toxicology Letters 72 (1994) 205-211.

Jongeneelen, F.J., Anzion, R.B.M.: 1-Hydroxypyrene in urine. In: Angerer, J., Schaller K.H. (eds.): Analysis of Hazardous Substances in Biological Materials, Vol.: 3. VCH Weinheim, 1991, p. 157-166.

Jongeneelen, F.J., van Leeuwen, F.E., Oosterink, S., Anzion, R.B.M., van der Loop, F., Bos, R.P., van Veen, H.G.: Ambient and biological monitoring of cokeoven workers: determinants of the internal dose of polycyclic aromatic hydrocarbons. British J. Industrial Med. 47 (1990) 454-461.

Junge, B., Nagel, M.: Das Rauchverhalten in Deutschland. Gesundheitswesen 61, Sonderheft 2 (1999) 121-125.

Kang, D., Rothman, N., Cho, S.-H., Sul Lim, H., Kwon, H.-J., Kim, S.-M., Schwartz, B., Strickland, P.T.: Association of exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons (estimated from job category) with concentration of 1-hydoxypyrene glucuronide in urine from workers at a steel plant. Occupat. Environ. Medicine 52 (1995) 593-599.

Kapaki, E.N., Varelas, P.N., Syridou, A.I., Spanaki, M.V., Andreadou, E., Kakami, A.E., Papageorgiou, C.T.: Blood lead levels of traffic- and gasoline-exposed professionals in the city of Athens. Arch. Environ. Health 53, 4 (1998) 287-291.

Kappos, A.D., Schümann, M., Angerer, J.: Referenzwerte für die PCB-Kongenere Nr. 138, 153 und 180 und deren Summe in Humanblut. Umweltmed. Forsch. Prax. 3, 3 (1998) 135-143.

Kashyap, R., Iyer, L.R., Singh, M.M.: Evaluation of human exposure to persistent insecticides DDT and HCH in Ahmedabad, India. J. Analytical Toxicol. 17 (1993) 211-214.

Kashyap, R., Iyer, L.R., Singh, M.M., Kashyap, S.K.: Assessment of location-specific human exposure to dichloro-diphenyl trichloroethane and benzenehexachloride in Gujarat State, India. Arch. Occup. Environ. Health 65 (1994) 381-384.

Keller, D., Mangelsdorf, I., Melber, C.: Palladium in der Umwelt - Aufnahmewege und mögliche Wirkungen auf den Menschen. Umweltmed. Forsch. Prax. 3, 4 (1998) 214.

Kingman, A., Albertini, T., Brown, L.J.: Mercury concentrations in urine and whole blood associated with amalgam exposure in a US military population. J. Dent. Res. 77, 3 (1998) 461-471.

Komaromy-Hiller, G., Ash, K.O., Costa, R., Howerton, K.: Comparison of representative ranges based on U.S. patient population and literature reference intervals for urinary trace elements. Clinica Chimica Acta 296, 1-2 (2000) 71-90.

Kommission Human-Biomonitoring: Konzept der Referenz- und Human-Biomonitoring-Werte (HBM) in der Umweltmedizin. Berichte. Bundesgesundheitsbl. 39, 6 (1996a) 221-224.

Kommission Human-Biomonitoring: Stoffmonographie Blei - Referenz- und Human-Biomonitoring-Werte (HBM). Bundesgesundheitsbl. 39, 6 (1996b) 236-241.

Kommission Human-Biomonitoring: Stoffmonographie PCP - Referenz- und Human-Biomonitoring-Werte (HBM). Bundesgesundheitsbl. 40, 6 (1997) 212-222.

Kommission Human-Biomonitoring: Stoffmonographie Cadmium - Referenz- und Human-Biomonitoring-Werte (HBM). Bundesgesundheitsbl. 41, 5 (1998) 218-226.

Kommission Human-Biomonitoring: Stoffmonographie Quecksilber - Referenz- und Human-Biomonitoring-Werte (HBM). Bundesgesundheitsbl. 42, 6 (1999a) 218-226.

Kommission Human-Biomonitoring: Statusbericht zur Hintergrundbelastung mit Organochlor-verbindungen in Humanblut. Bundesgesundheitsbl.-Gesundheitsforsch.-Gesundheitsschutz 42, 5 (1999b) 446-448.

Kommission Human-Biomonitoring: Stoffmonographie PCB - Referenzwerte für Blut. Bundesgesundheitsbl.-Gesundheitsforsch.-Gesundheitsschutz 42, 6 (1999c) 511-521.

Kommission Human-Biomonitoring: Referenzwerte für HCB, β-HCH, DDT und PCB in Frauenmilch. Bundesgesundheitsbl.-Gesundheitsforsch.-Gesundheitsschutz 42, 6 (1999d) 533-539.

Kommission Human-Biomonitoring: Zur umweltmedizinischen Beurteilung von Human-Biomonitoring-Befunden in der ärztlichen Praxis. Umweltmed. Forsch. Prax. 5, 3 (2000) 177-180.

Koopman-Esseboom, C., Huisman, M., Weisglas-Kuperus, N., Van der Paauw, C.G., Tuinstra, L.G.M.T., Boersma, E.R., Sauer, P.J.J.: PCB and dioxin levels in plasma and human milk of 418 Dutch women and their infants, predictive value of PCB congener levels in maternal plasma for fetal and infants exposure to PCBs and dioxins. Chemosphere 28, 9 (1994) 1721-1732.

Koreckova-Sysalova, J.: Determination of cadmium and lead levels in human blood of a general Czech population by GFAAS. Biolog. Trace Element Research 56 (1997) 321-329.

Koss, G., Kobransky, W.: Pentachlorphenol als Stoffwechselprodukt. Umweltbundesamt, UBA-Berichte 3/1987.

Krause, C., Thron, H.L., Wagner, H.M., Flesch-Janys, D., Schümann, M.: Ergebnisse aus Feldstudien über die Belastung der Bevölkerung mit Schwermetallen durch industrielle Quellen. Schr.-Reihe Verein WaBoLu 74, Fischer Verlag, Stuttgart, 1987, 105-111.

Krause, C., Chutsch, M., Henke, M., Huber, M., Kliem, C., Schulz, C., Schwarz, E.: Umwelt-Survey Band I: Studienbeschreibung und Humanbiologisches Monitoring. Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene des Bundesgesundheitsamtes, WaBoLu-Hefte 5/1989.

Krause, C., Babisch, W., Becker, K., Bernigau, W., Hoffmann, K., Nöllke, P., Schulz, C., Schwabe, R., Seiwert, M., Thefeld, W.: Umwelt-Survey 1990/92, Band Ia: Studienbeschreibung und Human-Biomonitoring: Deskription der Spurenelementgehalte in Blut und Urin der Bevölkerung der Bundesrepublik Deutschland. Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene des Umweltbundesamtes, WaBoLu-Hefte 1/1996.

Krause, C., Seifert, B., Schulz, C.: Umwelt-Survey 1997/98. Gesundheitswesen 60, Sonderheft 2 (1998) 77-82.

Kristiansen, J., Molin Christensen, J., Iversen, B.S., Sabbioni, E.: Toxic trace element reference levels in blood and urine: influence of gender and lifestyle factors. Sci. Total Environ. 204 (1997) 147-160.

Krüger, U., Pietsch, H., Drechsler, J., Kessel, R.: Zur Humantoxizität des Hexachlorzyklohexans. Schriftenreihe Znetralblatt für Arbeitsmedizin, Band 18, 1997.

Kutz, F.W., Cook, B.T., Carter-Pokras, O.D., Brody, D., Murphy, R.: Selected pesticide residues and metabolites in urine from a survey of the U.S. general population. J. Toxicol. Environ. Health 37 (1992) 277-291.

Kyioo, Y., Kobayashi, E., Nogawa, K., Okubo, Y., Suwazono, Y., Kido, T., Nakagawa, H.: Renal effects of cadmium intake of a Japanese general population in two areas unpolluted by cadmium. Arch. Environ. Health 55, 2 (2000) 98-103.

Lacour, M., Zunder, T., Dettenkofer, M.: Ist Pentachlorphenol (PCP) eine unbedeutende Altlast ? Medizin und Umwelt 12, 1 (1999) 23-25.

Langworth, S., Elinder, C.G., Göthe, C.J., Vesterberg, O.: Biological monitoring of environmental and occupational exposure to mercury. Int. Arch. Occup. Environ. Health 63 (1991) 161-167.

LANU (Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein): Umwelttoxikologische Studie im Kreis Pinneberg 1995/96. Bericht, Flintbeck, 1997.

Lehnert, G., Angerer, J., Göen, T., Schaller, K.-H.: Referenzwerte für persistente Gefahrstoffe am Beispiel der Konzentrationen an polychlorierten Biphenylen im Harnserum. Arbeitsmed. Sozialmed. Umweltmed. 29 (1994) 454-458.

Leroyer, A., Hemon, D., Nisse, C., Bazerques, J., Salomez, J.-L., Haguenoer, J.-M.: Environmental exposure to lead in a population of adults living in northern France: lead burden levels and their determinants. Science Total Environ. 267 (2001) 87-99.

Letzel, S., Schaller, K.-H., Drexler, H., Wrbitzky, R., Weltle, D., Angerer, J., Lehnert, G.: Pentachlorphenol-Belastung in Deutschland. Umweltmed. Forsch. Prax. 1, 3 (1996) 138-142.

Levin, J.O.: First international workshop on hydroxypyrene as biomarker for PAH exposure in man - summary and conclusions. Sci. Total Environ. 163 (1995) 165-168.

Levin, J.O., Rhen, M., Sikström, E.: Occupational PAH exposure: 1-hydroxypyrene levels of coke oven workers, aluminium smelter pot-room workers, road pavers, and occupationally non-exposed persons in Sweden. Sci. Total Environ. 163 (1995) 169-177.

LFU (Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg): Handbuch Altlasten: Stoffbericht Hexachlorcyclohexan (HCH). Texte und Berichte zur Altlastenbearbeitung 9/1993.

LFU (Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg): Handbuch Altlasten und Grundwasserschadensfälle: Stoffbericht Pentachlorphenol (PCP). Texte und Berichte zur Altlastenbearbeitung 25/1996.

LGA (Landesgesundheitsamt Baden-Württemberg): PCB-Konzentrationen im Blut von Erwachsenen: Einfluß von Innenraumbelastungen und anderen Faktoren. Abschlußbericht, 1997.

Liebl, B., Mayer, R., Kaschube, M., Wächter, H.: Pentachlorphenol - Ergebnisse aus einem bayerischen Humanmonitoring-Programm. Gesundheitswesen 58 (1996) 332-338.

Lintelmann J., Angerer, J.: PAH-metabolites in urine. In: Angerer, J., Schaller,K.H. (eds.): Analyses of hazardous substances in biological materials, Vol 6, Deutsche Forschungsgemeinschaft, VCH-Verlag, Weinheim, 1999, p. 163-187.

Löffler, G., van Bavel, B.: Potential pathways and exposure to explain the human body burden of organochlorine compounds: a multivariate statistical analysis of human monitoring in Würzburg, Germany. Chemosphere 40 (2000) 1075-1082.

Luo, X.W., Foo, S.C., Ong, H.Y.: Serum DDT and DDE levels in Singapore general population. Sci. Total Environ. 208 (1997) 97-104.

Lustig, S.: Platinum in the Environment. Herbert Utz Verlag, München, 1997.

MAFGS (Ministerium für Arbeit, Frauen, Gesundheit und Soziales des Landes Sachsen-Anhalt): Ergebnisse der Untersuchungen über chlororganische Schadstoffe im Blut von Anwohnern des Landkreises Bitterfeld, 1998.

Maranelli, G., Apostoli, P., Ferrari, P.: Influence of smoking, alcohol, and dietary habits on blood Pb and Cd levels. Bull. Environ. Contam. Tocicol. 45 (1990) 804-810.

Menditto, A., Chiodo, F., Patriarca, M., Morisi, G., Menotti, A., Spagnolo, A.: Blood cadmium levels in nonexposed male subjects living in the Rome area: Relationship to selected cardiovascular risk factors. Microchemical Journal 59 (1998) 173-179.

Merget, R., Rosner, G.: Evaluation of the health risk of platinum group metals emitted from automotive catalytic converters. Sci. Total Environ. 270 (2001) 165-173.

Merkel, G.: Liquid-chromatographic determination of nicotine and cotinine in urine from test-persons of environmental surveys. Int. J. Clin. Pharmacol. Ther. Toxicol. 30, 11 (1992) 515.

Merlo, F., Andreassen, A., Weston, A., Pan, C.-F., Haugen, A., Valerio, F., Reggiardo, G., Fontana, V., Garte, S., Puntoni, R., Abbondandolo, A.: Urinary excretion of 1-hydroxypyrene as a marker for exposure to urban air levels of polycyclic aromatic hydrocarbons. Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention 7 (1998) 147-155.

Mes J.: Organochlorine residues in human blood and biopsy fat and their relationship. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 48 (1992) 815-820.

Messerschmidt, J., Alt, F., Tölg, G., Angerer, J., Schaller, K.H.: Adsorptive voltammetric procedure for the determination of platinum baseline levels in human body fluids. Fresenius J. Anal. Chem. 343 (1992) 391-394.

Minoia, C., Sabbioni, E., Apostoli, P., Pietra, R., Pozzoli, L., Gallorini, M., Nicolaou, Alessio, L., Capodaglio, E.: Trace element reference values in tissues from inhabitants of the European Community. I. A study of 46 elements in urine, blood and serum of Italian subjects, Sci. Total Environ. 95 (1990) 89-105.

Moon, C.-S., Zhang, Z.-W., Shimbo, S., Watanabe, T., Lee, C.-U., Lee, B.-K., Ahn, K.-D., Lee, S.-H., Ikeda, M.: Evaluation of urinary cadmium and lead as markers of background exposure of middle-aged women in Korea: dietary intake as an influential factor. Tox. Letters 108 (1999) 173-178.

Moriske, H.-J., Scheller, C., Drews, M.: Untersuchungen zur Innenraumluftbelastung durch verschiedene Heizsysteme. 3. Mitteilung: Konzentrationen von polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen und Metallen. Gesundheits-Ingenieur-Haustechnik-Bauphysik-Umwelttechnik 117, 2 (1996) 76-80.

Mussalo-Rauhamaa, H.: Partitioning and levels of neutral organochlorine compounds in human serum, blood cells, and adipose and liver tissue. Sci. Total Environ. 103 (1991) 159-175.

Nair, A., Mandapati, R., Dureja, P., Pillai, M.K.K.: DDT and HCH load in mothers and their infants in Dehli, India. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 56 (1996) 58-64.

Nielsen, J.B., Grandjean, P., Jorgensen, P.J.: Predictors of blood lead concentrations in the lead-free gasoline area. Scand. J. Work Environ. Health 24, 2 (1998) 153-156.

NIPH (National Institute of Public Health): System of monitoring the environmental impact on population health of the Czech Republic. Summary Report 1996, Prague, 1997.

Nygren, O., Lundgren, C.: Determination of platinum in workroom air and in blood and urine from nursing staff attending patients receiving cisplatin chemotherapy. Int. Arch. Occup. Environ. Health 70 (1997) 209-214.

Odland, J.O., Nieboer, E., Romanova, N., Thomassen, Y., Lind, E.: Blood lead and cadmium and birth weight among sub-arctic and arctic populations of Norway and Russia. Acta Obstet Gyncol. Scand. 78 (1999) 852-860.

Oskarsson, A., Schütz, A., Skerfing, S., Palminger Hallen, I., Ohlin, B., Json Lagerkvist, B.: Total and inorganic mercury in breast milk and blood in relation to fish consumption and amalgam fillings in lactating women. Arch. of Environ. Health 51, 3 (1996) 234-241.

Ott, M., Failing, K., Lang, U., Schubring, C., Gent, H.-J., Gerorgii, S., Brunn, H.: Contamination of human milk in Middle Hesse, Germany - a cross-sectional study in the changing levels of chlorinated pesticides, PCB congeners and recent levels of nitro musks. Chemosphere 38, 1 (1999) 13-32.

Ott, W.R.: A physical explanation of the lognormality of pollutant concentrations. J. Air Waste Management Assoc. 40 (1990) 1378-1383.

Ovebro, S., Fjeldstad, P.E., Grzybowska, E., Kure, E.H., Chorazy, M.: Biological monitoring of polycyclic aromatic hydrocarbon exposure in a highly polluted area of Poland. Environ. Health Perspect. 103, 9 (1995) 838-843.

Paschal, D.C., Burt, V., Caudill, S.P., Gunter, E.W., Pirkle, J.L., Sampson, E.J., Miller, D.T., Jackson, R.J.: Exposure of the U.S. population aged 6 years and older to cadmium: 1988-1994. Arch. Environ. Contam. Toxicol. 38 (2000) 377-383.

Philippeit, G., Angerer, J.: Innere Platinbelastung der Allgemeinbevölkerung, Umweltmed. Forsch. Prax. 4, 1 (1999) 3-6.

Philippeit, G., Schramel, P., Angerer, J.: Edelmetallbelastung der Allgemeinbevölkerung durch goldhaltigen Zahnersatz - Ausscheidung von Gold im Urin. Umweltmed. Forsch. Prax 5, 3 (2000) 167-169.

Phillips, D.L., Pirkle, J.L., Burse, V.W., Bernert, J.T., Henderson, L.O., Needham, L.L.: Chlorinated hydrocarbon levels in human serum: effects of fasting and feeding. Arch. Environ. Cotam. Toxicol. 18 (1989) 495-500.

Pirkle, J.L., Kaufmann, R.B., Brody, D.J., Hickman, T., Gunter, E.W., Paschal, D.C.: Exposure of the U.S. population to lead, 1991-1994. Environ. Health Perspectives 106, 11 (1998) 745-750.

Pott, F., Heinrich, U.: Staub und Staubinhaltsstoffe/Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAH). In: Wichmann, H.-E., Schlipköter, H.-W., Fülgraff, G. (Hrsg.): Handbuch der Umweltmedizin. ecomed Verlag, Landsberg, 1992.

Potthoff, P., Schroeder, E., Reis, U., Klamert, A.: Ablauf und Ergebnisse der Feldarbeit beim Bundes-Gesundheitssurvey. Gesundheitswesen 60, Sonderheft 2 (1998) 62-67.

Probst-Hensch, N., Braun-Fahrländer, C., Bodenmann, A., Ackermann-Liebrich, U.: Alcohol consumption and other lifestyle factors: avoidable sources of excess lead exposure. Soz. Präventivmed. 38 (1993) 43-50.

Rey, M., Turcotte, F., Lapointe, C., Dewailly, E.: High blood cadmium levels are not associated with consumption of the traditional food among the Inuit of Nunavik. J. Toxicol. Environ. Health 51 (1997) 5-14.

Riboli, E., Haley, N.J., Tredaniel, J., Saracci, R., Preston-Martin, S., Trichopoulos, D.: Misclassification of smoking status among women in relation to exposure to environmental tobacco smoke. Eur. Respir. J. 8 (1995) 285-290.

Rodamilans, M., Torra, M., To-Figueras, J., Corbella, J., Lopez, B., Sanchez, C., Mazzara, R.: Effect of the reduction of petrol lead on blood lead levels of the population of Barcelona (Spain). Bull. Environ. Cont. Toxicol. 56, 5 (1996) 717-721.

Roggi, C., Sabbioni, E., Minoia, C., Ronchi, A., Gatti, A., Hansen, B., Silva, S., Maccarini, L.: Trace element reference values in tissues from inhabitants of the European Union. IX. Harmonization of statistical treatment: blood cadmium in Italian subjects. Sci. Total Environ. 166 (1995) 235-243.

Roggi, C., Minoia, C., Sciarra, G.F., Apostoli, P., Maccarini, L., Magnaghi, S., Cenni, A., Fonte, A., Nidasio, G.F., Micoli, G.: Urinary 1-hydroxypyrene as a marker of exposure to pyrene: an epidemiological survey on a general population group. Science Total Environ. 199 (1997) 247-254.

Rolle-Kampczyk, U., Rehwagen, M., Diez, U., Borte, M., Herbarth, O.: Cotinin als Biomarker für die Passivrauchbelastung von Kleinkindern. Umweltmed. Forsch. Prax. 5, 4 (2000) 213-217.

Rosner, G., Artelt, S., Mangelsdorf, I., Merget, R.: Platin aus Automobilabgaskatalysatoren: Umweltmedizinische Bewertung auf Basis neuer Expositions- und Wirkungsdaten. Umweltmed. Forsch. Prax. 3, 5 (1998) 365-375.

Roßkamp, E., Horn, W., Ullrich, D., Seifert, B.: Aktuelle DDT- und Lindan-Konzentrationen in Wohnräumen nach intensivem Holzschutzmitteleinsatz auf Dachböden in der Vergangenheit. Umweltmed. Forsch. Prax. 4, 6 (1999) 354-360.

Rothenberg, S.J., Manalo, M., Jiang, J., Cuellar, R., Reyes, S., Sanchez, M., Diaz, M., Khan, F., Aguilar, A., Reynoso, B., Jauregui, M., Acosta, S., Johnson, C.: Blood lead level and blood pressure during pregnancy in South Central Los Angeles. Arch. Environ. Health 54, 6 (1999) 382-389.

Rylander, L., Strömberg, U., Dyremarki, E., Östman, C., Nilsson-Ehle, P., Hagmar, L.: Polychlorinated biphenyls in blood plasma among Swedish female fish consumers in relation to low birth weight. Am. J. Epidemiology 147, 5 (1998) 493-502.

Sagunski, H., Perger, G.: Biozide. In: Marquard, H., Schäfer, S.G. (Hrsg.): Lehrbuch der Toxikologie. BI-Wissenschaftsverlag, Mannheim, Leipzig, Wien, Zürich, 1994, 449-451.

Sala, M., Sunyer, J., Otero, R., Santiago-Silva, M., Ozalla, D., Herrero, C., To-Figueras, J., Kogevinas, M., Anto, J.M., Camps, C., Grimalt, J.: Health Effects of chronic high exposure to hexachlorobenzene in a general population sample. Arch. Environ. Health 54, 2 (1999) 102-109.

Sällsten, G., Thoren, J., Barregard, L., Schütz, A., Skarping, G.: Long-term use of nicotine chewing gum and mercury exposure from dental amalgam fillings. J. Dent. Res. 75, 1 (1996) 594-598.

Santella, R.M., Nunes, M.G., Blaskovic, R., Perera, F.P., Tang, D., Beachman, A., Lin, J.-H., DeLeo, V.A.: Quantification of polycyclic aromatic hydrocarbons, 1-hydroxypyrene, and mutagenicity in urine of coal tar-treated psoriasis patients and untreated volunteers. Cancer, Epidemiology, Biomarkers & Prevention 3 (1994) 137-140.

Sartor, F.A., Rondia, D.J., Claes, F.D., Staessen, J.A., Lauwerys, R.R., Bernard, A.M., Roels, J.P., Bruaux, P.J,, Ducoffre, G.M., Lijnen, P.J., Thijs, L.B., Amery, A.K.: Impact of environmental cadmium pollution on cadmium exposure and body burden, Arch. Environ. Health, 47, 5 (1992) 347-353.

Schade, G., Heinzow, B.: Organochlorine pesticides and polychlorinated biphenyls in human milk of mothers living in northern Germany: current extent of contamination, time trend from 1986 to 1997 and factors that influence the levels of contamination. Sci. Total Environ. 215 (1998) 31-39.

Schaller, K.-H.: Mercury. In Angerer, J., Schaller, K.H. (eds.): Analyses of hazardous substances in biological materials, Vol 2. Deutsche Forschungsgemeinschaft, VCH-Verlag, Weinheim, 1988, p. 195-211.

Schaller, K.-H.: Arsenic. In Angerer, J., Schaller, K.H. (eds.): Analyses of hazardous substances in biological materials, Vol 3. Deutsche Forschungsgemeinschaft, VCH-Verlag, Weinheim, 1988, p. 63-80.

Schaller, K.H., Angerer, J., Lehnert, G., Weltle, D.: Untersuchungen zur aktuellen inneren Pentachlorphenol-Exposition - Umweltmedizinische und analytische Aspekte. Verlautbarungen Dtsch. Ges. Arbeitsmed. Umweltmed. 33 (1993) 93-97.

Scherer, G., Frank, S., Riedel, K., Meger-Kossien, I., Renner, T.: Biomonitoring of exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons of nonoccupationally exposed persons. Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention 9 (2000) 373-380.

Schierl, R.: Urinary platinum levels associated with dental gold alloys. Arch. Environ. Health 56, 3 (2001) 283-286.

Schildkraut, J.M., Denmark-Wahnefried, W., De Voto, E., Hughes, C., Laseter, J.L., Newman, B.: Environmental contaminants and body fat distribution. Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention 8, 2 (1999) 179-183.

Schlipköter, H.-W.: Passivrauchen und andere Umweltnoxen. Atemw.-Lungenkrkh. 19, 4 (1993) 135-138.

Schmidt, P., Seifert, M., Steeg, U., Rehnert, A., Lindau, A., Anke, M.: Daten zur Quecksilberbelastung in Deutschland I. Alimentäre Aufnahme von Quecksilber 1988, 1992 und 1996. Ergo Med. 6 (1999) 273-279.

Schnell, R.: Nonresponse in Bevölkerungsumfragen. Ausmaß, Entwicklung und Ursachen. Verlag Leske + Buderich, Opladen, 1997.

Schröder, E., Potthoff, P., Reis, U., Klamert, A.: Erhebungsarbeiten im Bundes-Gesundheitssurvey. Gesundheitswesen 60, Sonderheft 2 (1998) 104-107.

Schuhmacher, M., Bosque, M.A., Domingo, J.L., Corbella, J.: Urinary cadmium levels in an unexposed population: relationship to age, sex, and smoking and drinking habits. Trace Elements and Electrocytes 11, 1 (1994) 38-41.

Schuhmacher, M., Belles, M., Rico, A., Domingo, J.L., Corbella, J.: Impact of reduction of lead in gasoline on the blood and hair lead level in the population of Tarragona Province, Spain, 1990-1995. Sci. Total Environment 184 (1996) 203-209.

Schulz, C., Becker, K., Kaus, S., Krause, C., Seiwert, M., Seifert, B.: Umwelt-Survey 1998, Band I: Studienbeschreibung. Umweltbundesamt, WaBoLu-Heft 2002, in Bearbeitung.

Schwarz, E., Chutsch, M., Krause, C., Schulz, C., Thefeld: Umwelt-Survey Band IVa: Cadmium. Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene des Bundesgesundheitsamtes, WaBoLu-Heft 2/1993.

Schweinsberg, F., Kroiher, A.: Quecksilberbelastung durch Fischkonsum bei Rheinfischern. Zbl. Hyg. 195 (1994) 529-543.

Seidel, U., Schweinsberg, F., Wernet, D.: Polychlorierte Biphenyle, Hexachlorbenzol und Dichlordiphenyldichlorethen in Plasma und Serum von Blutspendern in Baden-Württemberg. Umweltmed. Forch. Prax. 2, 4 (1997) 275-279.

Seidel, H.J., Kaltenecker, S., Waizenegger, W.: Rückgang der Belastung von Humanmilch mit ausgewählten chlororganischen Verbindungen. Umweltmed. Forsch. Prax. 3, 2 (1998) 83-89.

Seifert, B., Becker, K., Hoffmann, K., Krause, C., Schulz, C.: The German Environmental Survey 1990/92 (GerES II): a representative population study. JEAEE 10 (2000a) 103-114.

Seifert, B., Becker, K., Helm, D., Krause, C., Schulz, C., Seiwert, M.: The German Environmental Survey 1990/92 (GerES II): reference concentrations of selected environmental pollutants in blood, urine, hair, house dust, drinking water and indoor air. JEAEE 10 (2000b) 552-565.

Seiwert, M., Becker, K., Friedrich, C., Helm, D., Hoffmann, K., Krause, C., Nöllke, P., Schulz, C., Seifert, B.: Umwelt-Survey 1990/92 Band VIII: Arsen - Zusammenhangsanalyse. Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene des Umweltbundesamtes, Berlin, WaBoLu-Heft 3/1999.

Shimbo, S., Zhang, Z.W., Moon, C.S., Watanabe, T., Nakatsuka, H., Matsuda-Inoguchi, N., Higashikawa, K., Ikeda. M.: Correlation between urine and blood concentrations, and dietary intake of cadmium and lead among women in the general population of Japan. Int. Arch. Occup. Environ. Health 73 (2000) 163-170.

Siedel J., Möllering H., Ziegenhorn J.: Sensitive color reagent for the enzymatic determination of creatinine. Clin. Chem. 30 (1984) 968.

Sithisarankul, P., Vineis, P., Kang, D., Rothman, N., Caporaso, N., Strickland, P.: Association of 1-hydroxypyrene-glucuronide in human urine with cigarette smoking and broiled or roasted meat consumption. Biomarkers 2 (1997) 217-221.

Siwinska, E., Mielzynska, D., Smolik, E., Bubak, A., Kwapulinski, J.: Evaluation of intra- and interindividual variation of urinary 1-hydroxypyrene, a biomaker of exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons. Science Total Environ. 217 (1998) 175-183.

Sole, E., Ballabriga, A., Dominguez, C.: Lead exposure in the general population of the metropolitan area of Barcelona: blood levels and related factors. Sci. Total Environ. 224 (1998) 19-27.

Soleo, L., Elia, G., Apostoli, P., Vimercati, L., Pesola, G., Gagliardi, T., Schiavulli, N., Drago, I., Lasorsa, G., Russo, A.: The influence of amalgam fillings on urinary mercury excretion in subjects from Apulia (Southern Italy). G. Ital. Med. Lav. Erg. 20, 2 (1998) 75-81.

Soliman, A.S., Smith, M.A., Cooper, S.P., Ismail, K., Khaled, H., Ismail, S., McPherson, R.S., Seifeldin, I.A., Bondy, M.L.: Serum organochlorine pesticide levels in patients with colorectal cancer in Egypt. Arch. Environ. Health 52, 6 (1997) 409-415.

Spierto, F.W., Hannon, W.H., Kendrick, J.S., Bernert, J.T., Pirkle, J., Gargiullo, P.: Urinary cotinine levels in women enrolled in a smoking cessation study during and after pregnancy. J. Smoking-Related Dis. 5, 2 (1994) 65-76.

SPSS: SPSS Base 9.0 Benutzerhandbuch. SPSS Inc., 1999.

Staessen, J.A., Roels, H., Fagard, R.: Lead exposure and conventional and ambulatory blood pressure. JAMA 275, 2 (1996) 1563-1570.

Staessen, J.A., Kuznetsova, T., Roels, H.A., Emelianov, D., Fagard, R.: Exposure to cadmium and conventional and ambulatory blood pressures in a prospective population study. Am. J. Hypertension 13 (2000) 146-156.

Stehr-Green, P.A.: Demographic and seasonal influences on human serum pesticide residue levels. J. Toxicol. Environ. Health 27 (1989) 405-421.

StMLU (Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen): Ermittlung und Bewertung der Dioxin-Belastung von Kaminkehrern in Bayern. Materialien 144/1999.

Strickland, P., Kang, D., Sithisarankul, P.: Polycyclic aromatic hydrocarbons metabolites in urine as biomarkers of exposure and effect. Environ. Health Perspect. 104, Supplement 5 (1996) 927-932.

Strömberg, U., Schütz, A., Skerfving, S.: Substantial decrease of blood lead in Swedish children, 1978-94, associated with petrol lead. Occupat. Environ. Medicine 52 (1995) 164-169.

Svensson, B.G., Schütz, A., Nilsson, A., Akesson, I., Akesson, B., Skerfving, S.: Fish as a source of exposure to mercury and selenium. Sci. Total Environ. 126 (1992) 61-74.

Thefeld, W., Stolzenberg, H., Bellach, B.: Bundes-Gesundheitssurvey: Response, Zusammensetzung der Teilnehmer und Non-Responder-Analyse. Gesundheitswesen 61, Sonderheft 2 (1999) 57-61.

Thierfelder, W., Seher, C., Thefeld, W.: Der Bundes-Gesundheitssurvey 1997/98 - Untersuchungsteil. Gesundheitswesen 60, Sonderheft 2 (1998) 69-76.

Thompson, T.S., Treble, R.G.: Pentachlorophenol levels in human urine. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 56 (1996) 520-526.

To-Figueras, J., Barrot, C., Rodamilians, M., Gomez-Catalan, J., Torra, M., Brunet, M., Sabater, F., Corbella, J.: Accumulation of hexachlorobenzene in humans: a long standing risk. Human Experimental Toxicol. 14 (1995) 20-23.

TrinkwV (1990): Verordnung über Trinkwasser und über Wasser für Lebensmittelbetriebe (Trinkwasserverordnung – TrinkwV) vom 5. Dezember 1990. BGBl. I, S. 2612.

TrinkwV (2001): Verordnung zur Novellierung der Trinkwasserverordnung vom 21. Mai 2001. BGBl Teil I Nr. 24 S. 959-980.

UBA (Umweltbundesamt): Daten zur Umwelt. Ausgabe 1997. Erich Schmidt Verlag, Berlin, 1997.

UBA (Umweltbundesamt): Umweltprobenbank des Bundes, Ausgabe 1999: Ergebnisse aus den Jahren 1996 und 1997, Umweltbundesamt, Texte 61/1999a.

UBA (Umweltbundesamt): Umweltprobenbank des Bundes, Ausgabe 1999: Ergebnisse aus den Jahren 1996 und 1997, Anhang. Umweltbundesamt, Texte 62/1999b.

UBA (Umweltbundesamt): Vorkommen von polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) in Wohnungen mit Parkettfußböden. Pressemitteilung des Umweltbundesamtes 20/1999 vom 23.6.1999c.

UBA (Umweltbundesamt): Daten zur Umwelt. Ausgabe 2000. Erich Schmidt Verlag, Berlin, 2001.

Vahter, M.: Arsenic. In: Clarkson, T.W., Friberg, L., Nordberg, G.F., Dager, P.R. (eds.): Biological monitoring of toxic metals. Plenum Press, New York, 1988, 303-321.

Van Rooij, J.G.M., Veeger, M.M.S., Bodelier-Bade, M.M., Scheepers, P.T.J., Jongeneelen, F.J.: Smoking and dietary intake of polycyclic aromatic hydrocarbons as sources of interindividual variability in the baseline excretion of 1-hydroxypyrene in urine. Int. Arch. Occup. Environ. Health 66 (1994) 55-65.

Viau, C., Vyskocil, A., Martel, L.: Background urinary 1-hydroxypyrene levels in non-occupationally exposed individuals in the Province of Quebec, Canada, and comparison with its excretion in workers exposed to PAH mixtures. Sci. Total Environ. 163 (1995) 191-194.

Vyskocil, A., Fiala, Z., Fialova, D., Krajak, V., Viau, C.: Environmental exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons in Czech Republic. Human & Environ. Toxicol. 16 (1997) 589-595.

Waliszewski, S.M., Aguirre, A., Benitez, A., Infanzon, R.M., Infanzon, R., Rivera, J.: Organochlorine pesticide residues in human blood serum of inhabitants of Veracruz, Mexico. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 62 (1999) 397-402.

Watanabe, T., Nakatsuka, H., Shimbo, S., Iwami, O., Imai, Y., Moon, C.-S., Zhang, Z.-W., Iguchi, H., Ikeda, M.: Reduced cadmium and lead burden in Japan in the past 10 years. Int. Arch. Occup. Environ. Health 68 (1996) 305-314.

Watanabe, T., Zhang, Z.W., Qu, J.B., Gao, W.P., Jian, Z.K., Shimbo. S., Nakatsuka, H., Matsuda-Inoguchi, N., Higashikawa, K., Ikeda, M.: Background lead and cadmium exposure of adult women in Xian City and two farming villages in Shaanxi Province, China. Science Total Environ. 247 (2000) 1-13.

Weihrauch, M., Schulze, B., Schaller, K.H.: Creatinine as a reference parameter for the concentration of substances in urine. In: Greim, H., Lehnert, G. (eds.): Biological exposure values for occupational toxicants and carcinogens: critical data evaluation for BAT and EKA values, Vol. 3. Wilhey-VCH Verlag, Weinheim, 1998, 35-44.

Wenhua, Q., Gourong, W., Xiaofang, L., Haixi, L.: Reference value of urinary arsenic for nonoccupational exposed subjects in Henan. J. Hygiene Res. 27, 5 (1998) 299-301.

Westphal, K., Potthast, K., Übermuth, G.: Benzo(a)pyrengehalte in geräucherten Fleischerzeugnissen aus traditionellen Räucheranlagen ehemaliger DDR-Betriebe. Fleischwaren 74, 5 (1994) 543-546.

Wetzel, S., Heeschen, W., Reichmut, J., Stelte, W., Stüber, C., Kübler, W., Eberhardt, W.: Belastung Erwachsener mit persistenten Organochlorverbindungen, toxischen Schwermetallen und Nitrat in der Bundesrepublik Deutschland. VERA-Schriftenreihe Band VI, Fleck Wissenschaflticher Fachverlag, Niederkleen, 1994.

Weyermann, M., Brenner, H.: Alcohol consumption and smoking habits as determinants of blood lead levels in a national population sample from Germany. Arch. Environ. Health 52, 3 (1997) 233-239.

WHO, International Programme on Chemical Safety: Chlorophenols other than pentachlorophenol. Environmental Health Criteria 93, 1989.

WHO, International Programme on Chemical Safety: Methylmercury. Environmental Health Criteria 101, 1990.

WHO, International Programme on Chemical Safety: Inorganic mercury. Environmental Health Criteria 118, 1991.

WHO, International Programme on Chemical Safety: Cadmium. Environmental Health Criteria 134, 1992.

WHO, International Programme on Chemical Safety: Polychlorinated biphenyls and terphenyls. Environmental Health Criteria 140, 1993.

WHO, International Programme on Chemical Safety: Inorganic lead. Environmental Health Criteria 165, 1995.

WHO, International Programme on Chemical Safety: Hexachlorobenzene. Environmental Health Criteria 195, 1997.

WHO, International Programme on Chemical Safety: Selected non-heterocyclic polycyclic aromatic hydrocarbons. Environmental Health Criteria 195, 1998.

Wietlisbach, V., Rickenbach, M., Berode, M., Guillemin, M.: Time trend and determinants of blood lead levels in a Swiss population over a transition period (1984-1993) from leaded to unleaded gasoline use. Environ. Res. 68 (1995) 82-90.

Wilhelm, M., Ewers, U.: Metalle/Blei, Umweltschadstoffe VI-3. In: Wichmann, H.-E., Schlipköter, H.-W., Fülgraff, G. (Hrsg.): Handbuch der Umweltmedizin. ecomed Verlag, Landsberg, 1. Erg. Lfg., 1993.

Winkler, J., Stolzenberg, H.: Der Sozialschichtindex im Bundes-Gesundheitssurvey. Gesundheitswesen 61, Sonderheft 2 (1999) 178-183.

Wrbitzky, R., Angerer, J., Lehnert, G.: Chlorphenole im Harn als umweltmedizinische Untersuchungsparameter. Gesundheitswesen 56 (1994) 629-635.

Wuthe, J., Link, B., Piechotowski, I.: VI-4, Organische Verbindungen/Weniger flüchtige Organohalogene. In: Wichmann, H.-E., Schlipköter, H.-W., Fülgraff, G. (Hrsg.): Handbuch der Umweltmedizin. ecomed Verlag, Landsberg, 10. Erg. Lfg., 1997.

Yamamura, Y., Yoshinaga, Y., Arai, F., Kishimoto, T.: Background levels of total mercury concentrations in blood and urine. Jpn. J. Ind. Health 36 (1994) 66-69.

Yamanaka, O., Kobayashi, E., Nogawa, K., Suwazono, Y., Sakurada, I., Kido, T.: Association between renal effects and cadmium exposure in a cadmium-nonpolluted area in Japan. Environ. Research Section A, 77 (1998) 1-8.

Yang, J.S., Kang, S.K., Park, I.J., Rhee, K.Y., Moon, Y.H., Sohn, D.H.: Lead concentrations in blood among the general population of Korea. Int. Arch. Occup. Environ. Health 68 (1996) 199-202.

Zereini, F., Wiseman, C., Alt, F., Messerschmidt, J., Müller, J., Urban, H.: Platinum and rhodium concentrations in airborne particulate matter in Germany from 1988 to 1998. Environ. Sci. Technol. 35 (2001) 1996-2000.

Zhang, Z.-W., Qu, J,-B., Watanabe, T., Shimbo, S., Moon, C.-S., Ikeda, M.: Exposure of citizens in China and in Japan to lead and cadmium: a comparative study. Tox. Letters 108 (1999) 167-172.

Zimmermann, G., Schlatter, C.: VI-4, Organische Verbindungen/Polychlorierte Biphenyle. In: Wichmann, H.-E., Schlipköter, H.-W., Fülgraff, G. (Hrsg.): Handbuch der Umweltmedizin. ecomed Verlag, Landsberg, 7. Erg. Lfg., 1995.

8 Verzeichnisse

8.1 Verzeichnis der Abkürzungen

AAS	Atomabsorptionsspektroskopie
AM	arithmetisches Mittel
As	Arsen
Au	Gold
BG	Bestimmungsgrenze
BMI	Body Mass Index
Cd	Cadmium
Crea	Creatinin
DCP	Dichlorphenol
DDE	Dichlordiphenyldichlorethylen
DDT	Dichlordiphenyltrichlorethan
ExR	Exraucher
F	Frauen
GC	Gaschromatographie
GM	geometrisches Mittel
HBM	Human-Biomonitoring
HCB	Hexachlorbenzol
HCH	Hexachlorcyclohexan
Hg	Quecksilber
Ir	Iridium
KI	Konfidenzintervall
M	Männer
MAX	Maximalwert
MS	Massenspektrometrie
n	Anzahl der Werte
n.s.	nicht signifikant
N	Stichprobenumfang
NieR	Nieraucher
p	Irrtumswahrscheinlichkeit
P	Perzentil
PAK	polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe
Pb	Blei
PCB	polychlorierte Biphenyle
PCP	Pentachlorphenol
PR	Passivraucher
Pt	Platin
QNA	qualitätsneutrale Ausfälle
R	Raucher
RKI	Robert Koch-Institut
s	Standardabweichung
SWA	Sollwertabweichung
TCP	Trichlorphenol
TeCP	Tetrachlorphenol
UBA	Umweltbundesamt
VK	Variationskoeffizient

8.2 Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Elemente und Verbindungen in Blut und Urin der 18 bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland ... 3

Tab. S1: Elements and pollutants in blood and urine of the 18 to 69 year old population in Germany ... 7

Tab. 2.1.1: Verfügbare Untersuchungsmedien ... 14

Tab. 2.2.1: Interne Qualitätskontrolle 1997-1999 – Arsen, Blei, Cadmium und Quecksilber in Blut und Urin ... 18

Tab. 2.2.2: Externe Qualitätskontrolle – Metalle/Schwermetalle in Blut und Urin, Ergebnis des 22. Ringversuchs 1998/99 ... 18

Tab. 2.2.3: Interne Qualitätskontrolle 1998-1999 - Organochlorverbindungen im Blut ... 19

Tab. 2.2.4: Externe Qualitätskontrolle – Organochlorverbindungen im Blut, Ergebnis des 22. Ringversuchs 1998/99 ... 20

Tab. 2.2.5: Interne Qualitätskontrolle 1998-2000 - PAK-Metabolite im Urin ... 21

Tab. 2.2.6: Externe Qualitätskontrolle 1999-2000 - PAK-Metabolite im Urin, Ergebnisse des 23., 25. und 26. Ringversuchs ... 21

Tab. 2.2.7: Interne Qualitätskontrolle 1999-2000 - PCP und Chlorphenole im Urin ... 22

Tab. 2.2.8: Externe Qualitätskontrolle 1999-2000 - PCP und weitere Chlorphenole im Urin, Ergebnisse des 24. und 25. Ringversuchs ... 23

Tab. 2.2.9: Interne Qualitätskontrolle 1998-1999 - Edelmetalle im Urin ... 23

Tab. 2.2.10: Externe Qualitätskontrolle - Edelmetalle im Urin, Ergebnis des 26. Ringversuchs 2000/2001 ... 24

Tab. 2.2.11: Interne Qualitätskontrolle 1998-1999 – Nikotin und Cotinin im Urin ... 25

Tab. 2.2.12: Externe Qualitätskontrolle – Nikotin und Cotinin im Urin Ergebnisse des 24. Ringversuchs 1999/2000 ... 25

Tab. 2.2.13: Interne Qualitätskontrolle 8/1998 bis 3/1999 - Creatinin im Urin ... 26

Tab. 2.2.14: Externe Qualitätskontrolle 1998-2001 - Creatinin im Urin ... 26

Tab. 3.1.1: Arsen im Urin (µg/l) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland ... 37

Tab. 3.1.2: Arsen im Urin (µg/g Creatinin) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland ... 38

Tab. 3.1.3: Arsen im Urin (µg/l) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland - ohne Fischmahlzeit innerhalb 48 Stunden vor der Probenahme - ... 39

Tab. 3.1.4: Arsen im Urin (µg/g Creatinin) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland - ohne Fischmahlzeit innerhalb 48 Stunden vor Probenahme - ... 40

Tab. 3.1.5: Arsengehalt im Urin (µg/l) der 25- bis 69-jährigen deutschen Bevölkerung in den Jahren 1990/92 und 1998 ... 41

Tab. 3.1.6: Arsengehalt im Urin (µg/g Creatinin) der 25- bis 69-jährigen deutschen Bevölkerung in den Jahren 1990/92 und 1998 42

Tab. 3.1.7: Arsengehalt im Urin der Bevölkerung in Deutschland und in anderen Ländern 45

Tab. 3.2.1: Blei im Blut (µg/l) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland 49

Tab. 3.2.2: Bleigehalt im Blut (µg/l) der 25- bis 69-jährigen deutschen Bevölkerung in den Jahren 1990/92 und 1998 51

Tab. 3.2.3: Bleigehalt im Blut der Bevölkerung in Deutschland und in anderen Ländern 54

Tab. 3.3.1: Cadmium im Blut (µg/l) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland 61

Tab. 3.3.2: Cadmium im Blut (µg/l) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Nieraucher – 62

Tab. 3.3.3: Cadmium im Urin (µg/l) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland 65

Tab. 3.3.4: Cadmium im Urin (µg/g Creatinin) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland 67

Tab. 3.3.5: Cadmium im Urin (µg/l) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland - Nieraucher - 69

Tab. 3.3.6: Cadmium im Urin (µg/g Creatinin) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland - Nieraucher - 70

Tab. 3.3.7: Cadmiumgehalt im Blut (µg/l) der 25- bis 69-jährigen deutschen Bevölkerung in den Jahren 1990/92 und 1998 71

Tab. 3.3.8: Cadmiumgehalt im Urin (µg/l) der 25- bis 69-jährigen deutschen Bevölkerung in den Jahren 1990/92 und 1998 73

Tab. 3.3.9: Cadmiumgehalt im Urin (µg/g Creatinin) der 25- bis 69-jährigen deutschen Bevölkerung in den Jahren 1990/92 und 1998 74

Tab. 3.3.10: Cadmiumgehalt im Blut der Bevölkerung in Deutschland und in anderen Ländern 77

Tab. 3.3.11: Cadmiumgehalt im Urin der Bevölkerung in Deutschland und in anderen Ländern 79

Tab. 3.4.1: Quecksilber im Blut (µg/l) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland 83

Tab. 3.4.2: Quecksilber im Urin (µg/l) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland 86

Tab. 3.4.3: Quecksilber im Urin (µg/g Creatinin) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland 87

Tab. 3.4.4: Quecksilbergehalt im Blut (µg/l) der 25- bis 69-jährigen deutschen Bevölkerung in den Jahren 1990/92 und 1998 89

Tab. 3.4.5: Quecksilbergehalt im Urin (µg/l) der 25- bis 69-jährigen deutschen Bevölkerung in den Jahren 1990/92 und 1998 90

Tab. 3.4.6: Quecksilbergehalt im Urin (µg/g Creatinin) der 25- bis 69-jährigen deutschen Bevölkerung in den Jahren 1990/92 und 1998 90

Tab. 3.4.7: Quecksilbergehalt im Blut der Bevölkerung in Deutschland und in anderen Ländern 94

Tab. 3.4.8: Quecksilbergehalt im Urin der Bevölkerung in Deutschland und in anderen Ländern 95

Tab. 3.5.1: Prozentuale Anteile der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland mit erhöhten Arsen-, Blei-, Cadmium- oder Quecksilbergehalten in Blut und Urin, 1998 101

Tab. 4.1.1 PCB 138 im Vollblut (µg/l) der 18 bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland 106

Tab. 4.1.2 PCB 153 im Vollblut (µg/l) der 18 bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland 108

Tab. 4.1.3 PCB 180 im Vollblut (µg/l) der 18 bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland 110

Tab. 4.1.4 Summe PCB im Vollblut (µg/l) der 18 bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland 112

Tab. 4.1.5: DDE im Vollblut (µg/l) der 18 bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland 115

Tab. 4.1.6: DDE im Vollblut (µg/l) der 18 bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – alte Länder – 117

Tab. 4.1.7: DDE im Vollblut (µg/l) der 18 bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – neue Länder – 118

Tab. 4.1.8: HCB im Vollblut (µg/l) der 18 bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland 120

Tab. 4.1.9: α-HCH im Vollblut (µg/l) der 18 bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland 123

Tab. 4.1.10: β-HCH im Vollblut (µg/l) der 18 bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland 124

Tab. 4.1.11: γ-HCH im Vollblut (µg/l) der 18 bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland 125

Tab. 4.2.1: PCB-Gehalt in Blut und Plasma/Serum der Bevölkerung in Deutschland und in anderen Ländern 129

Tab. 4.2.2: DDT/DDE-Gehalte in Blut und Plasma/Serum der Bevölkerung in Deutschland und in anderen Ländern 132

Tab. 4.2.3: HCB-Gehalt in Blut und Plasma/Serum der Bevölkerung in Deutschland und in anderen Ländern 135

Tab. 4.2.4: HCH-Gehalt in Blut und Plasma/Serum der Bevölkerung in Deutschland und in anderen Ländern 137

Tab. 5.1.1.: 1-Hydroxypyren im Urin (µg/l) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland 142

Tab. 5.1.2: 1-Hydroxypyren im Urin (µg/g Creatinin) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland 143

Tab. 5.1.3: 1-Hydroxypyren im Urin (µg/l) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland - Nichtraucher - 144

Tab. 5.1.4: 1-Hydroxypyren im Urin (µg/g Creatinin) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland - Nichtraucher - 145

Tab. 5.1.5: 1-Hydroxyphenanthren im Urin (µg/l) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland 147

Tab. 5.1.6: 1-Hydroxyphenanthren im Urin (µg/g Creatinin) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland 148

Tab. 5.1.7: 1-Hydroxyphenanthren im Urin (µg/l) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland - Nichtraucher - 149

Tab. 5.1.8: 1-Hydroxyphenanthren im Urin (µg/g Creatinin) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland - Nichtraucher - 150

Tab. 5.1.9: 2/9-Hydroxyphenanthren im Urin (µg/l) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland 151

Tab. 5.1.10: 2/9-Hydroxyphenanthren im Urin (µg/g Creatinin) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland 152

Tab. 5.1.11: 2/9-Hydroxyphenanthren im Urin (µg/l) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland - Nichtraucher - 153

Tab. 5.1.12: 2/9-Hydroxyphenanthren im Urin (µg/g Creatinin) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland - Nichtraucher - 154

Tab. 5.1.13: 3-Hydroxyphenanthren im Urin (µg/l) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland 155

Tab. 5.1.14: 3-Hydroxyphenanthren im Urin (µg/g Creatinin) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland 156

Tab. 5.1.15: 3-Hydroxyphenanthren im Urin (µg/l) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland - Nichtraucher - 157

Tab. 5.1.16: 3-Hydroxyphenanthren im Urin (µg/g Creatinin) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland - Nichtraucher - 158

Tab. 5.1.17: Summe Hydroxyphenanthren im Urin (µg/l) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland 159

Tab. 5.1.18: Summe Hydroxyphenanthren im Urin (µg/g Creatinin) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland 160

Tab. 5.1.19: Summe Hydroxyphenanthren im Urin (µg/l) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland - Nichtraucher - 161

Tab. 5.1.20: Summe Hydroxyphenanthren im Urin (µg/g Creatinin) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland - Nichtraucher - 162

Tab. 5.1.21: PAK-Metabolite im Urin (µg/l) der 25- bis 69-jährigen deutschen Nieraucher in den Jahren 1990/92 und 1998 164

Tab. 5.1.22: PAK-Metabolite im Urin (µg/g Creatinin) der 25- bis 69-jährigen deutschen Nieraucher in den Jahren 1990/92 und 1998 165

Tab. 5.1.23: Hydroxyphenanthrene im Urin der Bevölkerung in Deutschland 169

Tab. 5.1.24: 1-Hydroxypyren-Gehalt im Urin der Bevölkerung in Deutschland und in anderen Ländern 170

Tab. 5.2.1: 4-Monochlorphenol im Urin (µg/l) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland 176

Tab. 5.2.2: 4-Monochlorphenol im Urin (µg/g Creatinin) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland 177

Tab. 5.2.3: 2,4-Dichlorphenol im Urin (µg/l) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland 178

Tab. 5.2.4: 2,4-Dichlorphenol im Urin (µg/g Creatinin) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland 179

Tab. 5.2.5: 2,5-Dichlorphenol im Urin (µg/l) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland 180

Tab. 5.2.6: 2,5-Dichlorphenol im Urin (µg/g Creatinin) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland 181

Tab. 5.2.7: 2,6-Dichlorphenol im Urin (µg/l) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland 182

Tab. 5.2.8: 2,6-Dichlorphenol im Urin (µg/g Creatinin) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland 183

Tab. 5.2.9: 2,3,4-Trichlorphenol im Urin (µg/l) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland 184

Tab. 5.2.10: 2,3,4-Trichlorphenol im Urin (µg/g Creatinin) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland 185

Tab. 5.2.11: 2,4,5-Trichlorphenol im Urin (µg/l) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland 186

Tab. 5.2.12: 2,4,5-Trichlorphenol im Urin (µg/g Creatinin) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland 187

Tab. 5.2.13: 2,4,6-Trichlorphenol im Urin (µg/l) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland 188

Tab. 5.2.14: 2,4,6-Trichlorphenol im Urin (µg/g Creatinin) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland 189

Tab. 5.2.15: 2,3,4,6-Tetrachlorphenol im Urin (µg/l) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland 190

Tab. 5.2.16: 2,3,4,6-Tetrachlorphenol im Urin (µg/g Creatinin) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland 191

Tab. 5.2.17: Pentachlorphenol im Urin (µg/l) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland 192

Tab. 5.2.18: Pentachlorphenol im Urin (µg/g Creatinin) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland 193

Tab. 5.2.19: PCP-Gehalt im Urin der 25- bis 69-jährigen deutschen Bevölkerung in den Jahren 1990/92 und 1998 ... 194

Tab. 5.2.20: PCP-Gehalt im Urin der Bevölkerung in Deutschland und in anderen Ländern ... 197

Tab. 5.3.1: Gold im Urin (ng/l) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland ... 201

Tab. 5.3.2: Gold im Urin (ng/g Creatinin) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland ... 202

Tab. 5.3.3: Iridium im Urin (ng/l) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland ... 203

Tab. 5.3.4: Iridium im Urin (ng/g Creatinin) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland ... 204

Tab. 5.3.5: Platin im Urin (ng/l) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland ... 205

Tab. 5.3.6: Platin im Urin (ng/g Creatinin) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland ... 206

Tab. 5.4.1: Nikotin im Urin (µg/l) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland ... 211

Tab. 5.4.2: Nikotin im Urin (µg/g Creatinin) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland ... 212

Tab. 5.4.3: Cotinin im Urin (µg/l) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland ... 213

Tab. 5.4.4: Cotinin im Urin (µg/g Creatinin) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland ... 214

Tab. 5.5.1: Creatinin im Urin (g/l) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland ... 218

Tab. 5.5.2: Retentionszeit bei Morgenurin-Proben (h) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland ... 220

Tab. 5.5.3: Uringewicht von Morgenurin-Proben (g) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland ... 221

Tab. 9.2.1 Korrelationen zwischen den Stoffgehalten im Blut der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung ... 269

Tab. 9.2.2 Korrelationen zwischen den Stoffgehalten im Urin (µg/l) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung ... 270

Tab. 9.2.3 Korrelationen zwischen den Stoffgehalten im Urin (µg/g Crea) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung ... 271

Tab. 9.2.4 Korrelationen zwischen den Stoffgehalten im Blut und im Urin (µg/l) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung ... 272

Tab. 9.2.5 Korrelationen zwischen den Stoffgehalten im Blut und im Urin (µg/g Crea) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung ... 273

Tab. 9.3.1 Assoziationen zwischen den Gliederungsmerkmalen für Arsen im Urin und Quecksilber im Blut ... 275

Tab. 9.3.2 Assoziationen zwischen den Gliederungsmerkmalen für Blei im Blut ... 276

Tab. 9.3.3 Assoziationen zwischen den Gliederungsmerkmalen für Cadmium 277

Tab. 9.3.4 Assoziationen zwischen den Gliederungsmerkmalen für Quecksilber im Urin 278

Tab. 9.3.5 Assoziationen zwischen den Gliederungsmerkmalen für Organochlorverbindungen im Blut 279

Tab. 9.3.6 Assoziationen zwischen den Gliederungsmerkmalen für PAK im Urin 280

Tab. 9.3.7 Assoziationen zwischen den Gliederungsmerkmalen für Chlorphenole im Urin 281

Tab. 9.3.8 Assoziationen zwischen den Gliederungsmerkmalen für Edelmetalle 282

Tab. 9.3.9 Assoziationen zwischen den Gliederungsmerkmalen für Nikotin und Cotinin im Urin 283

Tab. 9.3.10 Assoziationen zwischen den Gliederungsmerkmalen für Creatinin, Uringewicht und Retentionszeit 284

Tab. 9.4.1 95%-Konfidenzintervalle für 95. Populationsperzentile der Elementgehalte im Blut und/oder im Morgenurin - ausgewählte Teilpopulationen der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung 285

Tab. 9.4.2 95%-Konfidenzintervalle für 95. Populationsperzentile der DDE-Gehalte im Blut der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung, unterteilt nach Altersklassen und Wohnorten 285

Tab. 9.4.3 95%-Konfidenzintervalle für 95. Populationsperzentile der PCB-, HCB- und ß-HCH-Gehalte im Vollblut der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung, unterteilt nach Altersklassen 286

Tab. 9.4.4 95%-Konfidenzintervalle für 95. Populationsperzentile der Nikotin-, Cotinin- und PAK-Gehalte im Morgenurin der 18- bis 69-jährigen Nichtraucher 287

Tab. 9.4.5 95%-Konfidenzintervalle für 95. Populationsperzentile der Gehalte an Chlorphenolen im Morgenurin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung 287

8.3 Abbildungsverzeichnis

Abb. 9.5.1.1: Arsen im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm ... 291

Abb. 9.5.1.2: Arsen im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion ... 291

Abb. 9.5.1.3: Arsen pro Creatinin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm ... 292

Abb. 9.5.1.4: Arsen pro Creatinin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion ... 292

Abb. 9.5.1.5: Blei im Blut der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm ... 293

Abb. 9.5.1.6: Blei im Blut der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion ... 293

Abb. 9.5.1.7: Cadmium im Blut der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm ... 294

Abb. 9.5.1.8: Cadmium im Blut der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion ... 294

Abb. 9.5.1.9: Cadmium im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm ... 295

Abb. 9.5.1.10: Cadmium im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion ... 295

Abb. 9.5.1.11: Cadmium pro Creatinin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm ... 296

Abb. 9.5.1.12: Cadmium pro Creatinin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion ... 296

Abb. 9.5.1.13: Quecksilber im Blut der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm ... 297

Abb. 9.5.1.14: Quecksilber im Blut der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion ... 297

Abb. 9.5.1.15: Quecksilber im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm ... 298

Abb. 9.5.1.16: Quecksilber im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion ... 298

Abb. 9.5.1.17: Quecksilber pro Creatinin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm ... 299

Abb. 9.5.1.18: Quecksilber pro Creatinin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion ... 299

Abb. 9.5.2.1: PCB 138 im Blut der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm ... 301

Abb. 9.5.2.2: PCB 138 im Blut der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion ... 301

Abb. 9.5.2.3: PCB 153 im Blut der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm ... 302

Abb. 9.5.2.4: PCB 153 im Blut der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland - Perzentilfunktion ... 302

Abb. 9.5.2.5: PCB 180 im Blut der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm ... 303

Abb. 9.5.2.6: PCB 180 im Blut der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland - Perzentilfunktion ... 303

Abb. 9.5.2.7: PCB (Summe) im Blut der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm ... 304

Abb. 9.5.2.8: PCB (Summe) im Blut der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion ... 304

Abb. 9.5.2.9: DDE im Blut der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm ... 305

Abb. 9.5.2.10: DDE im Blut der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion ... 305

Abb. 9.5.2.11: HCB im Blut der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm ... 306

Abb. 9.5.2.12: HCB im Blut der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland - Perzentilfunktion ... 306

Abb. 9.5.3.1: 1-Hydroxypyren im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm ... 307

Abb. 9.5.3.2: 1-Hydroxypyren im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion ... 307

Abb. 9.5.3.3: 1-Hydroxypyren pro Creatinin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm ... 308

Abb. 9.5.3.4: 1-Hydroxypyren pro Creatinin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion ... 308

Abb. 9.5.3.5: 1-Hydroxyphenanthren im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm ... 309

Abb. 9.5.3.6: 1-Hydroxyphenanthren im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion ... 309

Abb. 9.5.3.7: 1-Hydroxyphenanthren pro Creatinin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm ... 310

Abb. 9.5.3.8: 1-Hydroxyphenanthren pro Creatinin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion 310

Abb. 9.5.3.9: 2/9-Hydroxyphenanthren im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm 311

Abb. 9.5.3.10: 2/9-Hydroxyphenanthren im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion 311

Abb. 9.5.3.11: 2/9-Hydroxyphenanthren pro Creatinin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm 312

Abb. 9.5.3.12: 2/9-Hydroxyphenanthren pro Creatinin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion 312

Abb. 9.5.3.13: 3-Hydroxyphenanthren im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm 313

Abb. 9.5.3.14: 3-Hydroxyphenanthren im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion 313

Abb. 9.5.3.15: 3-Hydroxyphenanthren pro Creatinin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm 314

Abb. 9.5.3.16: 3-Hydroxyphenanthren pro Creatinin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion 314

Abb. 9.5.3.17: Hydroxyphenanthren (Summe) im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm 315

Abb. 9.5.3.18: Hydroxyphenanthren (Summe) im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion 315

Abb. 9.5.3.19: Hydroxyphenanthren (Summe) pro Creatinin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm 316

Abb. 9.5.3.20: Hydroxyphenanthren (Summe) pro Creatinin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion 316

Abb. 9.5.4.1: 4-Monochlorphenol im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm 317

Abb. 9.5.4.2: 4-Monochlorphenol im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion 317

Abb. 9.5.4.3: 4-Monochlorphenol pro Creatinin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm 318

Abb. 9.5.4.4: 4-Monochlorphenol pro Creatinin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion 318

Abb. 9.5.4.5: 2,4-Dichlorphenol im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm 319

Abb. 9.5.4.6: 2,4-Dichlorphenol im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion 319

Abb. 9.5.4.7: 2,4-Dichlorphenol pro Creatinin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm 320

Abb. 9.5.4.8: 2,4-Dichlorphenol pro Creatinin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion 320

Abb. 9.5.4.9: 2,5-Dichlorphenol im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm 321

Abb. 9.5.4.10: 2,5-Dichlorphenol im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion 321

Abb. 9.5.4.11: 2,5-Dichlorphenol pro Creatinin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm 322

Abb. 9.5.4.12: 2,5-Dichlorphenol pro Creatinin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion 322

Abb. 9.5.4.13: 2,4,5-Trichlorphenol im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm 323

Abb. 9.5.4.14: 2,4,5-Trichlorphenol im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion 323

Abb. 9.5.4.15: 2,4,5-Trichlorphenol pro Creatinin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm 324

Abb. 9.5.4.16: 2,4,5-Trichlorphenol pro Creatinin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion 324

Abb. 9.5.4.17: 2,4,6-Trichlorphenol im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm 325

Abb. 9.5.4.18: 2,4,6-Trichlorphenol im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion 325

Abb. 9.5.4.19: 2,4,6-Trichlorphenol pro Creatinin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm 326

Abb. 9.5.4.20: 2,4,6-Trichlorphenol pro Creatinin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion 326

Abb. 9.5.4.21: Pentachlorphenol im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm 327

Abb. 9.5.4.22: Pentachlorphenol im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion 327

Abb. 9.5.4.23: Pentachlorphenol pro Creatinin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm 328

Abb. 9.5.4.24: Pentachlorphenol pro Creatinin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion 328

Abb. 9.5.5.1: Gold im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm 329

Abb. 9.5.5.2: Gold im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion 329

Abb. 9.5.5.3: Gold pro Creatinin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm 330

Abb. 9.5.5.4: Gold pro Creatinin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion 330

Abb. 9.5.5.5: Iridium im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm 331

Abb. 9.5.5.6: Iridium im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion 331

Abb. 9.5.5.7: Iridium pro Creatinin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm 332

Abb. 9.5.5.8: Iridium pro Creatinin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion 332

Abb. 9.5.5.9: Platin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm 333

Abb. 9.5.5.10: Platin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion 333

Abb. 9.5.5.11: Platin pro Creatinin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm 334

Abb. 9.5.5.12: Platin pro Creatinin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion 334

Abb. 9.5.6.1: Nikotin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm 335

Abb. 9.5.6.2: Nikotin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion 335

Abb. 9.5.6.3: Nikotin pro Creatinin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm 336

Abb. 9.5.6.4: Nikotin pro Creatinin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion 336

Abb. 9.5.6.5: Cotinin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm 337

Abb. 9.5.6.6: Cotinin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion 337

Abb. 9.5.6.7: Cotinin pro Creatinin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm 338

Abb. 9.5.6.8: Cotinin pro Creatinin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion 338

Abb. 9.5.7.1: Creatinin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm 339

Abb. 9.5.7.2: Creatinin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion 339

9 Anhang

9.1 Erläuterung der Gliederungsmerkmale

Die zur Deskription herangezogenen Gliederungsmerkmale stammen aus folgenden Quellen:
- „Umwelt-Fragebogen“
- „Umwelt-Dokumentationsbogen“
- Fragebogen zur „Wohnumgebung des Probanden“
- „Bundes-Gesundheitssurvey 1998 – Fragebogen“
- „Erhebungsbogen für die medizinischen Messungen“
- Labormedizinische Messgrößen des Blutes
- Elementgehalte im Haushaltswasser.

Die drei zuerst genannten Fragebögen befinden sich als PDF-Dateien zum Herunterladen auf der Website des Umwelt-Surveys: http://www.umweltbundesamt.de/survey/index.htm. Der Fragebogen des Bundes-Gesundheitssurveys ist beim RKI erhältlich (s. auch Bellach et al. 1998). Die Elementgehalte im Trinkwasser sind bei Becker et al. (2001), die Labormessgrößen bei Thierfelder et al. (1998) publiziert.

Neben den Erläuterungen der Gliederungsmerkmale ist im Folgenden angegeben, für welche Analyte in welchen Medien jedes Gliederungsmerkmal in diesem Berichtsband (Kap. 3 bis 5) tabelliert ist. Gliederungsmerkmale, die nur textlich erwähnt werden, sind nicht erläutert.

Soziodemographie

Geschlecht

Kategorien	• männlich • weiblich
Analyt/Medium	alle Analyte/Medien

Lebensalter

Merkmal	Lebensalter in vollendeten Jahren
Kategorien	• 18 bis 19 Jahre • 20 bis 29 Jahre • 30 bis 39 Jahre • 40 bis 49 Jahre • 50 bis 59 Jahre • 60 bis 69 Jahre
Analyt/Medium	alle Analyte/Medien

Schulbildung	
Frage	„Welchen Schulabschluss haben Sie? Wenn Sie mehrere Abschlüsse haben, nennen Sie nur den höchsten!“
Kategorien	• (ohne) Hauptschulabschluss („Schule beendet ohne Abschluss“, „Hauptschulabschluss/Volksschulabschluss“) • höherer Schulabschluss („Realschulabschluss (Mittlere Reife)“, „Abschluss Polytechnische Oberschule 10. Klasse (vor 1965: 8. Klasse)“, „Fachhochschulreife (Abschluss einer Fachoberschule)“, „Abitur, allgemeine oder fachgebundene Hochschulreife (Gymnasium oder EOS)“)
Anmerkung	Personen mit anderen Schulabschlüssen bleiben unberücksichtigt
Analyt/Medium	Hg/Urin

Haushaltseinkommen pro Haushaltsmitglied	
Fragen	„Wie hoch etwa ist das monatliche Haushaltseinkommen, d.h. das Nettoeinkommen, das Sie (alle zusammen) nach Abzug der Steuern und Sozialabgaben haben?“ „Wie viele Personen leben ständig in Ihrem Haushalt, Sie selbst mitgerechnet? Zählen Sie dabei bitte auch Kinder mit.“
Index	Klassenmitte der angegebenen Klasse des Haushalteinkommens dividiert durch Anzahl der Haushaltsmitglieder
Kategorien	• unter 1000 DM/Monat • 1000 bis 1499 DM/Monat • 1500 bis 1999 DM/Monat • ab 2000 DM/Monat
Analyt/Medium	Hg/Blut

Geburtsland	
Frage	„In welchem Land sind Sie geboren? In Deutschland …, in einem anderen Land und zwar …“
Kategorien	• Mittel-, Nord- oder Westeuropa • übrige Länder
Anmerkung	damalige BRD und DDR können mit dieser Frage nicht unterschieden werden
Analyt/Medium	HCB/Blut, PCB/Blut, DDE/Blut, Cd/Blut (Nieraucher), Cd/Urin (Nieraucher)

Physiologische Merkmale

Zellpackungsvolumen (CCV)	
Index	Prozentualer Volumenanteil der Erythrozyten im Blut (Ciba-Geigy 1979)
Anmerkung	Wegen der starken Geschlechtsunterschiede werden unterschiedliche Kategorien für Männer und für Frauen verwendet (Ciba-Geigy 1979)
Kategorien	• unter 0,38 (Frauen); unter 0,42 (Männer) • 0,38 bis unter 0,40 (Frauen); 0,42 bis unter 0,45 (Männer) • 0,40 bis unter 0,42 (Frauen); 0,45 bis unter 0,48 (Männer) • ab 0,42 (Frauen); ab 0,48 (Männer)
Analyt/Medium	Pb/Blut

Gesamtlipide im Serum

Index	Gesamtlipide (TL) werden berechnet aus Gesamt-Cholesterin (TC) und Gesamt-Triglyceriden (TG) nach der von Phillips et al. (1989) angegebenen Formel: TL = 2,27 TC + TG + 0,623 [g/l]
Kategorien	• bis 7 g/l • über 7 bis 9 g/l • über 9 g/l
Analyt/Medium	HCB/Blut, PCB/Blut, DDE/Blut, ß-HCH/Blut

Body-Mass-Index

Index	Körpergewicht (in kg) dividiert durch das Quadrat der Körpergröße (in m); Indikator für Übergewicht (Bergmann et al. 1999)
Kategorien	• unter 25 kg/m^2 • 25 bis unter 30 kg/m^2 (Übergewicht) • ab 30 kg/m^2 (starkes Übergewicht, Adipositas) Für die Analysen von Uringewicht und Retentionszeit des Urins wurde der Body-Mass-Index dichotomisiert (unter 25 kg/m^2, ab 25 kg/m^2)
Analyt/Medium	HCB/Blut, PCB/Blut, DDE/Blut, ß-HCH/Blut, Creatinin/Urin, Uringewicht, Retentionszeit/Urin

Gewichtsveränderung in den letzten 3 Jahren

Frage	„Hat sich Ihr Körpergewicht, insgesamt gesehen, in den letzten 3 Jahren verändert?“
Kategorien	• abgenommen („ja, eher abgenommen“) • unverändert („nein, in etwa gleich geblieben“) • zugenommen („ja, eher zugenommen“)
Analyt/Medium	HCB/Blut, PCB/Blut, DDE/Blut, ß-HCH/Blut

Merkmale der Urin- und Blutprobe

Retentionszeit

Index	Zeitraum zwischen der Probenahme des Morgenurins und dem letzten Toilettengang davor (d.h. in der Regel am Abend vor dem Zubettgehen)
Kategorien f. Creatinin	• unter 7 Stunden • 7 bis 8 Stunden • über 8 Stunden
Kategorien f. Uringewicht	• bis zu 7 Stunden • ab 8 Stunden
Analyt/Medium	Creatinin/Urin, Uringewicht

Uringewicht

Messwert	Gewicht der Morgenurin-Probe in Gramm
Kategorien	• unter 300 g • 300 bis unter 450 g • ab 450 g
Analyt/Medium	Creatinin/Urin

Jahreszeit der Probenahme	
Kategorien	• warme Jahrezeit (Mai bis September) • kalte Jahreszeit (Oktober bis April)
Analyt/Medium	ß-HCH/Blut

Ernährung

Fischverzehr innerhalb 48 Stunden vor der Probenahme	
Frage	„Haben Sie innerhalb der letzten 48 Stunden vor der Sammlung der Morgenurin-Probe Fisch oder Meerestiere gegessen? Denken Sie bitte auch an Thunfisch im Salat oder auf der Pizza oder Krabbencocktail etc. ....“ “Und wie war das vor der Blutabnahme? Haben Sie innerhalb der letzten 48 Stunden vor der Blutabnahme Fisch und Meerestiere gegessen? ....“
Kategorien	• „nein“ • „ja“
Analyt/Medium	As/Urin, Hg/Blut

Häufigkeit des Fischkonsums	
Frage	„Wie häufig nehmen Sie [...] Fisch (incl. Konserven) zu sich? Bitte denken Sie an die letzten 12 Monate.“
Kategorien	• „(fast) nie“ • maximal einmal im Monat („einmal im Monat oder seltener“) • „zwei- bis dreimal im Monat“ • „etwa einmal pro Woche“ • mehrmals pro Woche („mehrmals in der Woche“, „täglich bzw. fast täglich“, „mehrmals täglich“)
Analyt/Medium	As/Urin, Hg/Blut

Häufigkeit des Konsums von Wein/Sekt/Obstwein	
Frage	„Wie häufig nehmen Sie [...] Wein, Sekt, Obstwein zu sich? Bitte denken Sie an die letzten 12 Monate.“
Kategorien	• maximal einmal pro Monat („(fast) nie“, „einmal im Monat oder seltener“) • maximal einmal pro Woche („zwei- bis dreimal im Monat“, „etwa einmal in der Woche“) • mehrmals pro Woche („mehrmals in der Woche“, „täglich bzw. fast täglich“, „mehrmals täglich“)
Analyt/Medium	As/Urin, Pb/Blut, Hg/Blut

Häufigkeit des Bierkonsums	
Frage	„Wie häufig nehmen Sie [...] Bier mit normalem oder höherem Alkoholgehalt zu sich? Bitte denken Sie an die letzten 12 Monate.“
Kategorien	• maximal einmal pro Monat („(fast) nie“, „einmal im Monat oder seltener“) • maximal einmal pro Woche („zwei- bis dreimal im Monat“, „etwa einmal in der Woche“) • mehrmals pro Woche („mehrmals in der Woche“, „täglich bzw. fast täglich“, „mehrmals täglich“)
Analyt/Medium	Pb/Blut

Arsengehalt des häuslichen Trinkwassers

Messwert	Arsengehalt des häuslichen Trinkwassers, bestimmt in der Stagnationsprobe, d.h. nach nächtlicher Standzeit ohne Vorlauf
Kategorien	• bis 0,5 µg/l • über 0,5 µg/l bis 1,0 µg/l • über 1,0 µg/l bis 2,0 µg/l • über 2,0 µg/l
Anmerkung	Da nur in 3 Stagnationsproben der Grenzwert von 10 µg/l (TrinkwV 1990) überschritten wurde (Becker et al. 2001), konnte keine Kategorie der Überschreiter des Grenzwertes gebildet werden.
Analyt/Medium	As/Urin

Bleigehalt des häuslichen Trinkwassers

Messwert	Bleigehalt des häuslichen Trinkwassers, bestimmt in der Stagnationsprobe, d.h. nach nächtlicher Standzeit ohne Vorlauf
Kategorien	• unter 2,5 µg/l • 2,5 bis unter 5,0 µg/l • 5,0 bis unter 10,0 µg/l • ab 10,0 µg/l
Anmerkung	Die höchste Kategorie erfasst Überschreitungen des Grenzwertes der TrinkwV von 2001, die am 1.1.2003 in Kraft tritt. Eine Kategorie für Überschreitungen des in Deutschland noch geltenden Grenzwertes der TrinkwV von 40 µg/l (TrinkwV 1990) wurde wegen der geringen Häufigkeit von 0,9 % (Becker et al. 2001) der Stagnationsproben nicht gebildet.
Analyt/Medium	Pb/Blut

Bleizufuhr mit dem häuslichen Trinkwasser

Index	Die pro Tag aufgenommene Trinkwassermenge aus Leitungen des Haushalts wurde im Fragebogen erfasst. Der Bleigehalt im häuslichen Trinkwasser wurde bestimmt. Aus diesen beiden Werten wurde die pro Tag mit dem häuslichen Trinkwasser zugeführte Pb-Menge errechnet (Becker et al. 2001)
Kategorien	• unter 2,0 µg/d • 2,0 bis unter 4,0 µg/d • 4,0 bis unter 6,0 µg/d • ab 6,0 µg/d
Analyt/Medium	Pb/Blut

Zähne

Zähne mit Inlays, Kronen, Brückengliedern

Fragen	„Haben Sie Inlays, Brücken oder Kronen aus Edelmetall (Gold, Platin, Palladium)?“ nein, ja → „Wie viele Zähne mit Inlays? ....“, „Wie viele Zähne sind überkront? ...“, „Wie viele Zähne sind überbrückt? ...“
Index	Summe der Zähne mit Inlays, der überkronten Zähne und der überbrückten Zähne
Kategorien	• kein Zahn • 1 bis 4 Zähne • 5 bis 8 Zähne • mehr als 8 Zähne
Analyt/Medium	Au/Urin, Pt/Urin

Zähne mit Amalgamfüllungen

Frage	„Wie viele Zähne mit Amalgamfüllungen haben Sie? Zahl der Zähne ...“
Kategorien	• kein Zahn • 1 bis 4 Zähne • 5 bis 8 Zähne • mehr als 8 Zähne
Analyt/Medium	Hg/Blut, Hg/Urin

Alter der letzten Amalgamfüllung

Frage	„Wie alt ist die zuletzt eingesetzte Amalgamfüllung? ... Monate ... Jahre“
Kategorien	• unter 1 Jahr • 1 bis 2 Jahre • 3 bis 6 Jahre • mehr als 6 Jahre
Kollektiv	Personen mit Amalgamfüllung(en)
Analyt/Medium	Hg/Urin

Häufigkeit des Kaugummikonsums

Frage	„Wie häufig nehmen Sie [...] Kaugummi zu sich? Bitte denken Sie an die letzten 12 Monate.“
Kategorien	• „(fast) nie“ • bis mehrmals pro Woche („einmal im Monat oder seltener“, „zwei- bis dreimal im Monat“, „etwa einmal in der Woche“, „mehrmals in der Woche“) • (fast) täglich („täglich bzw. fast täglich“, „mehrmals täglich“)
Kollektiv	Personen mit Amalgamfüllung(en)
Analyt/Medium	Hg/Urin

Rauchverhalten

Rauchstatus, 3 Kategorien

Frage	„Haben Sie früher geraucht oder rauchen Sie zur Zeit?“
Kategorien	• Nieraucher („habe noch nie geraucht (bis auf ganz seltenes Probieren)“) • Exraucher („habe früher geraucht, rauche seit mindestens einem Jahr nicht mehr“; “habe in den letzten 12 Monaten aufgehört zu rauchen“) • Raucher („rauche zur Zeit: ja, täglich“; „rauche zur Zeit: ja, gelegentlich“)
Analyt/Medium	Pb/Blut, Cd/Blut, Cd/Urin, Nikotin/Urin, Cotinin/Urin

Rauchstatus, 2 Kategorien

Frage	„Haben Sie früher geraucht oder rauchen Sie zur Zeit?“
Kategorien	• Nichtraucher (Nie- oder Exraucher, s.o.) • Raucher (s.o.)
Analyt/Medium	1-Hydroxypyren/Urin, 1-Hydroxyphenanthren/Urin, 2/9-Hydroxyphenanthren/Urin, 3-Hydroxyphenanthren/Urin, $\Sigma_{1,2/9,3}$-Hydroxyphenanthren/Urin

Anzahl Zigaretten pro Tag

Frage	„Wie viel rauchen Sie zur Zeit durchschnittlich am Tag? ..... Zigaretten“
Kategorien	• bis 5 • 6 bis 10 • 11 bis 15 • 16 bis 20 • mehr als 20 Wegen der kleinen Fallzahl wurde bei der Auswertung der PAK-Metabolite die Kategorien 11 bis 15 und 16 bis 20 Zigaretten zusammengefasst.
Anmerkung	Personen, die ausschließlich Zigarren, Zigarillos, Stumpen oder Pfeifen rauchen (ca. 3 % der Raucher), bleiben unberücksichtigt, da ihre Rauchbelastung nicht direkt vergleichbar ist mit der von Zigaretten-Rauchern. 13 Personen rauchen außer Zigaretten noch Zigarren, Zigarillos, Stumpen oder Pfeifen. Da sie alle überwiegend Zigaretten und nur zu einem sehr geringen Anteil andere Tabakprodukte konsumieren, wird bei ihnen nur die angegebene Anzahl Zigaretten berücksichtigt.
Kollektiv	Raucher
Analyt/Medium	Pb/Blut, Cd/Blut, Cd/Urin, 1-Hydroxypyren/Urin, 1-Hydroxyphenanthren/Urin, 2/9-Hydroxyphenanthren/Urin, 3-Hydroxyphenanthren/Urin, $\Sigma_{1,2/9,3}$-Hydroxyphenanthren/Urin, Nikotin/Urin, Cotinin/Urin

Rauchdauer der Raucher

Index	Differenz zwischen dem Alter des Probanden bei der Befragung und der Angabe bei der Frage „Wie alt waren Sie, als Sie angefangen haben, regelmäßig zu rauchen, wenn auch nur in kleineren Mengen? Habe im Alter von ... Jahren angefangen zu rauchen!“
Kategorien	• bis 10 Jahre • 11 bis 20 Jahre • mehr als 20 Jahre
Anmerkung	Zwischenzeitliche Nichtraucher-Phasen bleiben unberücksichtigt
Kollektiv	Raucher
Analyt/Medium	Cd/Urin

Rauchdauer der Exraucher

Fragen	„Habe im Alter von ... Jahren angefangen zu rauchen“; „Habe im Alter von ... Jahren aufgehört zu rauchen“ bzw. “habe in den letzten 12 Monaten aufgehört zu rauchen“
Index	Falls das Rauchen vor mindestens einem Jahr aufgegeben wurde, wird die Differenz zwischen dem Alter beim Aufgeben des Rauchens und dem Alter beim Beginn des Rauchens errechnet. Falls das Rauchen in den letzten 12 Monaten aufgegeben wurde, wird die Differenz zwischen dem Alter beim Rauchbeginn und dem Alter zum Zeitpunkt der Erhebung errechnet.
Kategorien	• bis 10 Jahre • 11 bis 20 Jahre • mehr als 20 Jahre
Anmerkung	Zwischenzeitliche Nichtraucher-Phasen bleiben unberücksichtigt
Kollektiv	Ex-Raucher
Analyt/Medium	Cd/Urin

Dauer des „Nicht-Mehr-Rauchens“

Fragen	„Habe im Alter von ... Jahren aufgehört zu rauchen“ bzw. “habe in den letzten 12 Monaten aufgehört zu rauchen“
Index	Falls das Rauchen vor mindestens einem Jahr aufgegeben wurde, wird die Differenz zwischen dem Alter beim Aufgeben des Rauchens und dem Alter bei der Befragung errechnet. Falls das Rauchen in den letzten 12 Monaten aufgegeben wurde, ist der Proband der ersten Kategorie zuzuordnen.
Anmerkung	Nach der Anzahl der Monate des Nicht-Mehr-Rauchens wurde nicht gefragt
Kategorien für Cd/Blut	• unter 1 Jahr • 1 bis 2 Jahre • 3 bis 7 Jahre • mehr als 7 Jahre
Kategorien für Cd/Urin	• bis 5 Jahre • 6 bis 10 Jahre • 11 bis 20 Jahre • mehr als 20 Jahre
Kollektiv	Ex-Raucher
Analyt/Medium	Cd/Blut, Cd/Urin

Passivrauchbelastung

Anzahl der Raucher im Haushalt

Frage	„Wie viele Personen rauchen in Ihrem Haushalt (Sie selbst eingerechnet)? ..... Personen“
Kategorien	• kein Raucher • ein Raucher • mehr als ein Raucher
Kollektiv	Nichtraucher
Analyt/Medium	Nikotin/Urin, Cotinin/Urin

Passivrauchbelastung im Haushalt

Frage	„Halten Sie sich tagsüber oder abends häufiger in Räumen auf, in denen geraucht wird? Zu Hause:“
Kategorien	• nein • ja
Kollektiv	Nichtraucher
Analyt/Medium	Nikotin/Urin, Cotinin/Urin

Passivrauchbelastung am Arbeitsplatz

Frage	„Halten Sie sich tagsüber oder abends häufiger in Räumen auf, in denen geraucht wird? Bei der Arbeit:“
Kategorien	• nein • ja
Kollektiv	berufstätige Nichtraucher
Analyt/Medium	Nikotin/Urin, Cotinin/Urin

Biozidnutzung

Biozidanwendung als Textilschutz

Frage	„Werden in Ihrem Haushalt [...] chemische Schädlingsbekämpfungsmittel [...] als Textilschutz (z.B. Mottenkugeln, -streifen, -tüten wie Nexalotte, Vaporin) verwendet?“
Kategorien	• nein • ja, nicht regelmäßig • ja, regelmäßig („d.h. mehrmals im Halbjahr“)
Analyt/Medium	2,5-Dichlorphenol/Urin

Biozidanwendung zur Insektenvernichtung

Frage	„Werden in Ihrem Haushalt [...] chemische [...] Insektenvernichtungsmittel in der Wohnung (z.B. Elektroverdampfer mit Verdampfungsplättchen oder Insektensprays wie PSY 9, Paral) verwendet?“
Kategorien	• nein • ja, nicht regelmäßig • ja, regelmäßig („d.h. mehrmals im Halbjahr“)
Analyt/Medium	2,5-Dichlorphenol/Urin

Biozidanwendung als Körperschutz

Frage	„Werden in Ihrem Haushalt [...] chemische Schädlingsbekämpfungsmittel [...] als Körperschutz (z.B. Kopfläusemittel, Mückenschutz wie Jacutin, Autan) verwendet?“
Kategorien	• nein • ja
Analyt/Medium	2,6-Dichlorphenol/Urin

Holzschutzmittelanwendung in der Wohnung

Frage	„Haben Sie chemische Holzschutzmittel in Ihren Wohnräumen verstrichen oder angewendet?“
Kategorien	• nein • ja
Analyt/Medium	2,3,4,6-Tetrachlorphenol/Urin

Wohnung und Wohngegend

Heizungssystem

Frage	„Wie wird Ihre Wohnung bzw. Ihr Haus hauptsächlich beheizt?“
Kategorien	• zentral („zentral (Fernheizung oder Hauszentralheizung)“) • dezentral („dezentral, mit Kohle oder Holz“, „dezentral anders als Kohle oder Holz“)
Analyt/Medium	1-Hydroxypyren/Urin, 1-Hydroxyphenanthren/Urin, 2/9-Hydroxyphenanthren/Urin, 3-Hydroxyphenanthren/Urin, $\Sigma_{1,2/9,3}$-Hydroxyphenanthren/Urin

Gemeindegröße

Merkmal	Politische Gemeindegrößenklasse
Kategorien	• bis 19 999 Einwohner („bis 1 999 Ew.“, „2 000 bis 4 999 Ew.“, „5 000 bis 19 999 Ew.“) • ab 20 000 Einwohner („20 000 bis 49 999 Ew.“, „50 000 bis 99 999 Ew.“, „100 000 bis 499 999 Ew.“, „ab 500 000 Ew.“)
Kollektiv	Nieraucher
Analyt/Medium	Cd/Blut

Wohnort im Jahr 1988	
Frage	„Wo haben Sie im Jahr 1988 gewohnt?“
Kategorien	• alte BRD („auf dem alten Gebiet der Bundesrepublik Deutschland“) • DDR oder außerhalb Deutschlands („auf dem Gebiet der damaligen DDR“) • „weder/noch“
Analyt/Medium	DDE/Blut

Wohnort im Jahr 1998	
Kategorien	• alte Länder • neue Länder
Anmerkung	Wohnort des Befragten zum Zeitpunkt der Erhebung
Analyt/Medium	alle Analyte/Medien

Sonstiges

Sportliche Betätigung	
Frage	„Wie oft treiben Sie Sport?“
Kategorien	• bis zu 2 Stunden pro Woche („keine sportliche Betätigung“, „weniger als 1 Stunde in der Woche“, „regelmäßig, 1 – 2 Stunden in der Woche“) • über 2 Stunden pro Woche („regelmäßig, 2 – 4 Stunden in der Woche“, „regelmäßig, mehr als 4 Stunden in der Woche“)
Analyt/Medium	Creatinin/Urin

Untersuchungszeitraum	
Kategorien	• Survey 1990/92 (in den alten Bundesländern wurde der Umwelt-Survey 1990/91 durchgeführt, in den neuen Bundesländern 1991/92 (Krause et al. 1996)) • Survey 1998 (im Zeitraum 1997 - 1999)
Analyt/Medium	As/Urin, Pb/Blut, Cd/Blut, Cd/Urin, Hg/Blut, Hg/Urin, 1-Hydroxypyren/Urin, 1-Hydroxyphenanthren/Urin, 2/9-Hydroxyphenanthren/Urin, 3-Hydroxyphenanthren/Urin, $\Sigma_{1,2/9,3}$-Hydroxyphenanthren/Urin, PCP/Urin

Tab. 9.2.1: Korrelationen zwischen den Stoffgehalten im Blut der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung

		Blei	Cadmium	Quecksilber	PCB 138	PCB 153	PCB 180	ΣPCB 138,153,180	DDE	HCB	α-HCHA	ß-HCH	γ-HCH
Elemente	Blei		0,14	0,08	0,23	0,24	0,28	0,26	0,17	0,11	0,05	0,07	0,06
	Cadmium	4645		-0,06	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,00	0,03	0,04	0,05
	Quecksilber	4644	4643		0,10	0,10	0,10	0,11	0,05	0,04	-0,03	0,01	-0,03
Chlororganika	PCB 138	2819	2819	2821		0,94	0,89	0,97	0,56	0,72	0,01	0,39	0,09
	PCB 153	2815	2815	2816	2817		0,90	0,98	0,53	0,69	0,01	0,37	0,08
	PCB 180	2819	2819	2820	2821	2817		0,96	0,41	0,63	0,01	0,30	0,07
	ΣPCB 138,153,180	2812	2812	2813	2815	2815	2815		0,52	0,70	0,01	0,37	0,08
	DDE	2821	2821	2822	2823	2818	2822	2815		0,55	0,02	0,54	0,12
	HCB	2819	2819	2820	2822	2817	2821	2814	2823		0,02	0,45	0,07
	α-HCHA	2807	2807	2808	2809	2805	2809	2802	2811	2809		0,01	0,05
	β-HCH	2746	2746	2747	2748	2743	2748	2741	2749	2748	2736		0,15
	γ-HCH	2803	2803	2804	2805	2800	2805	2798	2806	2805	2794	2734	

Anmerkungen: Über der Diagonalen sind die Korrelationskoeffizienten für die logarithmierten Gehalte angegeben, unter der Diagonalen die zugehörigen Stichprobenumfänge.
Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

Tab. 9.2.2: Korrelationen zwischen den Stoffgehalten im Urin (µg/l) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung

		Arsen	Cadmium	Gold	Iridium	Platin	Quecksilber	4-MCP	2,4-DCP	2,5-DCP	2,6-DCP	2,3,4-TCP	2,4,5-TCP	2,4,6-TCP	2,3,4,6-TeCP	PCP	1-OH-PYR	1-OH-PHE	2/9-OH-PHE	3-OH-PHE	Σ-OH-PHE	Nikotin	Cotinin	Creatinin
Elemente	Arsen		0,18	0,20	-0,01	0,10	0,20	0,22	0,22	0,20	0,17	0,16	0,29	0,32	0,28	0,26	0,24	0,23	0,22	0,26	0,25	0,05	0,04	0,39
	Cadmium	4740		0,20	0,05	0,10	0,06	0,13	0,14	0,12	0,05	0,04	0,19	0,17	0,10	0,17	0,28	0,26	0,22	0,26	0,26	0,27	0,25	0,28
	Gold	1080	1080		0,01	0,38	0,16	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0,14	0,14	0,42
	Iridium	1080	1080	1080		0,06	0,00	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-0,01	-0,01	0,00
	Platin	1080	1080	1080	1080		0,04	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-0,01	-0,01	0,10
	Quecksilber	4741	4740	1080	1080	1080		0,21	0,17	0,18	0,21	0,16	0,27	0,31	0,20	0,29	0,28	0,31	0,28	0,28	0,30	0,05	0,04	0,45
Chlorphenole	4-Monochlorphenol	692	692	---	---	---	692		0,38	0,30	0,20	0,14	0,34	0,33	0,20	0,30	0,24	0,33	0,34	0,32	0,34	0,00	-0,02	0,37
	2,4-Dichlorphenol	692	692	---	---	---	692	692		0,66	0,20	0,20	0,37	0,38	0,22	0,30	0,36	0,36	0,38	0,38	0,39	0,09	0,07	0,44
	2,5-Dichlorphenol	692	692	---	---	---	692	692	692		0,10	0,19	0,37	0,33	0,24	0,33	0,32	0,31	0,32	0,33	0,34	0,08	0,07	0,42
	2,6-Dichlorphenol	692	692	---	---	---	692	692	692	692		0,41	0,31	0,38	0,36	0,26	0,25	0,24	0,22	0,22	0,24	0,04	0,02	0,29
	2,3,4-Trichlorphenol	692	692	---	---	---	692	692	692	692	692		0,50	0,43	0,52	0,38	0,16	0,15	0,16	0,19	0,17	0,06	0,03	0,25
	2,4,5-Trichlorphenol	692	692	---	---	---	692	692	692	692	692	692		0,64	0,54	0,49	0,39	0,42	0,41	0,44	0,45	0,02	0,00	0,57
	2,4,6-Trichlorphenol	692	692	---	---	---	692	692	692	692	692	692	692		0,61	0,57	0,43	0,46	0,40	0,45	0,46	0,01	-0,02	0,65
	2,3,4,6-Tetrachlorphenol	692	692	---	---	---	692	692	692	692	692	692	692	692		0,63	0,30	0,32	0,29	0,32	0,33	-0,02	-0,03	0,47
	Pentachlorphenol	691	691	---	---	---	691	691	691	691	691	691	691	691	691		0,36	0,38	0,35	0,38	0,39	-0,01	-0,03	0,59
PAK	1-OH-Pyren	573	573	---	---	---	573	573	573	573	573	573	573	573	573	572		0,76	0,72	0,82	0,80	0,44	0,45	0,61
	1-OH-Phenanthren	573	573	---	---	---	573	573	573	573	573	573	573	573	573	572	573		0,84	0,86	0,95	0,29	0,28	0,56
	2/9-OH-Phenanthren	573	573	---	---	---	573	573	573	573	573	573	573	573	573	572	573	573		0,89	0,95	0,21	0,20	0,58
	3-OH-Phenanthren	573	573	---	---	---	573	573	573	573	573	573	573	573	573	572	573	573	573		0,96	0,38	0,37	0,63
	Σ1,2/9,3-OH-Phenanthren	573	573	---	---	---	573	573	573	573	573	573	573	573	573	572	573	573	573	573		0,32	0,31	0,62
	Nikotin	4739	4738	1080	1080	1080	4739	692	692	692	692	692	692	692	692	691	573	573	573	573	573		0,97	0,18
	Cotinin	4739	4738	1080	1080	1080	4739	692	692	692	692	692	692	692	692	691	573	573	573	573	573	4739		0,16
	Creatinin	4730	4728	1080	1080	1080	4730	692	692	692	692	692	692	692	692	691	573	573	573	573	573	4728	4728	0,94

Anmerkungen: Über der Diagonalen sind die Korrelationskoeffizienten für die logarithmierten Gehalte angegeben, unter der Diagonalen die zugehörigen Stichprobenumfänge. Nur für 132 bzw. 95 Probanden liegen Messwerte für Edelmetalle und Chlorphenole bzw. PAK vor, da beide Substanzgruppen an unterschiedlichen zufällig ausgewählten Teilstichproben bestimmt wurden. In Anbetracht der kleinen Fallzahl werden keine Korrelationen angegeben.

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

Tab. 9.2.3: Korrelationen zwischen den Stoffgehalten im Urin (µg/g Crea) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung

		Arsen	Cadmium	Gold	Iridium	Platin	Quecksilber	4-MCP	2,4-DCP	2,5-DCP	2,6-DCP	2,3,4-TCP	2,4,5-TCP	2,4,6-TCP	2,3,4,6-TeCP	PCP	1-OH-PYR	1-OH-PHE	2/9-OH-PHE	3-OH-PHE	Σ-OH-PHE	Nikotin	Cotinin	Creatinin
Elemente	Arsen		0,15	0,06	0,08	0,11	0,04	0,19	0,07	0,04	0,17	0,21	0,12	0,16	0,20	0,06	-0,01	0,07	0,05	0,04	0,06	-0,01	-0,01	-0,21
	Cadmium	4728		0,16	0,23	0,19	-0,06	0,26	0,05	0,01	0,21	0,30	0,12	0,15	0,15	0,06	0,12	0,22	0,17	0,15	0,20	0,22	0,22	-0,38
	Gold	1080	1080		0,09	0,40	-0,04	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0,08	0,08	-0,17
	Iridium	1080	1080	1080		0,20	0,03	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0,01	0,01	-0,48
	Platin	1080	1080	1080	1080		0,01	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-0,02	-0,01	-0,33
	Quecksilber	4730	4728	1080	1080	1080		0,05	-0,04	-0,02	0,09	0,05	0,01	0,01	-0,01	0,01	-0,01	0,07	0,01	-0,03	0,02	-0,03	-0,03	-0,05
Chlorphenole	4-Monochlorphenol	692	692	---	---	---	692		0,24	0,14	0,29	0,32	0,20	0,22	0,17	0,12	-0,03	0,19	0,20	0,11	0,18	0,02	0,00	-0,44
	2,4-Dichlorphenol	692	692	---	---	---	692	692		0,58	0,08	0,09	0,17	0,15	0,03	0,06	0,13	0,15	0,16	0,14	0,16	0,06	0,04	-0,02
	2,5-Dichlorphenol	692	692	---	---	---	692	692	692		-0,04	0,05	0,17	0,07	0,04	0,11	0,10	0,11	0,12	0,11	0,12	0,04	0,03	0,03
	2,6-Dichlorphenol	692	692	---	---	---	692	692	692	692		0,55	0,21	0,35	0,37	0,12	0,03	0,14	0,11	0,04	0,11	0,06	0,06	-0,47
	2,3,4-Trichlorphenol	692	692	---	---	---	692	692	692	692	692		0,41	0,43	0,55	0,25	-0,07	0,08	0,09	0,02	0,07	0,10	0,08	-0,65
	2,4,5-Trichlorphenol	692	692	---	---	---	692	692	692	692	692	692		0,44	0,39	0,24	0,04	0,15	0,13	0,11	0,14	-0,03	-0,04	-0,11
	2,4,6-Trichlorphenol	692	692	---	---	---	692	692	692	692	692	692	692		0,50	0,30	0,02	0,15	0,06	0,05	0,10	-0,03	-0,06	-0,26
	2,3,4,6-Tetrachlorph.	692	692	---	---	---	692	692	692	692	692	692	692	692		0,48	-0,02	0,11	0,07	0,03	0,08	-0,03	-0,03	-0,32
	Pentachlorphenol	691	691	---	---	---	691	691	691	691	691	691	691	691	691		-0,01	0,08	0,03	0,02	0,05	-0,07	-0,09	-0,05
PAK	1-OH-Pyren	573	573	---	---	---	573	573	573	573	573	573	573	573	573	572		0,61	0,54	0,70	0,67	0,48	0,50	0,11
	1-OH-Phenanthren	573	573	---	---	---	573	573	573	573	573	573	573	573	573	572	573		0,77	0,78	0,93	0,31	0,30	-0,12
	2/9-OH-Phenanthren	573	573	---	---	---	573	573	573	573	573	573	573	573	573	572	573	573		0,83	0,92	0,21	0,21	-0,13
	3-OH-Phenanthren	573	573	---	---	---	573	573	573	573	573	573	573	573	573	572	573	573	573		0,93	0,43	0,42	0,01
	Σ1,2/9,3-OH-Phenan.	573	573	---	---	---	573	573	573	573	573	573	573	573	573	572	573	573	573	573		0,35	0,34	-0,09
	Nikotin	4728	4727	1080	1080	1080	4728	692	692	692	692	692	692	692	692	691	573	573	573	573	573		0,97	-0,02
	Cotinin	4728	4727	1080	1080	1080	4728	692	692	692	692	692	692	692	692	691	573	573	573	573	573	4728		-0,04
	Creatinin	4730	4728	1080	1080	1080	4730	692	692	692	692	692	692	692	692	691	573	573	573	573	573	4728	4728	

Anmerkungen: Über der Diagonalen sind die Korrelationskoeffizienten für die logarithmierten Gehalte angegeben, unter der Diagonalen die zugehörigen Stichprobenumfänge. Nur für 132 bzw. 95 Probanden liegen Messwerte für Edelmetalle und Chlorphenole bzw. PAK vor, da beide Substanzgruppen an unterschiedlichen zufällig ausgewählten Teilstichproben bestimmt wurden. In Anbetracht der kleinen Fallzahl werden keine Korrelationen angegeben.

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

Tab. 9.2.4: Korrelationen zwischen den Stoffgehalten im Blut und im Urin (µg/l) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung

		Elemente						Chlorphenole									PAK							
	Blut \ Urin	Arsen	Cadmium	Gold	Iridium	Platin	Quecksilber	4-MCP	2,4-DCP	2,5-DCP	2,6-DCP	2,3,4-TCP	2,4,5-TCP	2,4,6-TCP	2,3,4,6-TeCP	PCP	1-OH-PYR	1-OH-PHE	2/9-OH-PHE	3-OH-PHE	Σ-OH-PHE	Nikotin	Cotinin	Creatinin
Elemente	Blei	0,06	0,11	0,03	0,02	0,09	-0,13	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	-0,02	0,01	0,00	0,01	0,02	0,02	0,07	0,08	0,06	0,10	0,10	-0,07
	Cadmium	0,00	0,41	0,04	0,03	0,00	-0,07	-0,04	-0,01	0,01	-0,04	-0,01	-0,10	-0,12	-0,09	-0,10	0,25	0,14	0,04	0,17	0,13	0,67	0,70	-0,01
	Quecksilber	0,21	-0,05	0,01	-0,08	0,05	0,34	0,09	0,06	0,04	0,05	0,06	0,03	0,04	0,04	0,04	-0,05	0,08	0,08	0,02	0,06	-0,07	-0,06	-0,03
Chlororganika	PCB 138	-0,02	0,18	0,03	0,02	0,12	-0,27	-0,02	-0,06	-0,06	-0,11	-0,07	-0,07	-0,08	0,01	-0,06	-0,15	-0,10	-0,06	-0,10	-0,09	-0,11	-0,11	-0,30
	PCB 153	-0,01	0,18	0,03	0,03	0,14	-0,27	-0,04	-0,05	-0,07	-0,11	-0,07	-0,07	-0,07	0,03	-0,04	-0,14	-0,09	-0,04	-0,07	-0,08	-0,13	-0,13	-0,28
	PCB 180	-0,01	0,22	0,05	0,04	0,13	-0,28	-0,03	-0,09	-0,11	-0,12	-0,07	-0,08	-0,08	0,03	-0,04	-0,15	-0,12	-0,06	-0,09	-0,10	-0,13	-0,12	-0,28
	ΣPCB 138,153,180	-0,01	0,20	0,03	0,03	0,14	-0,28	-0,02	-0,06	-0,08	-0,10	-0,06	-0,07	-0,08	0,03	-0,04	-0,15	-0,10	-0,05	-0,09	-0,09	-0,12	-0,12	-0,29
	DDE	-0,02	0,17	-0,08	0,03	-0,02	-0,19	-0,03	-0,01	0,02	-0,05	-0,08	-0,07	-0,13	-0,10	-0,13	-0,13	-0,01	-0,01	-0,04	-0,03	-0,10	-0,09	-0,25
	HCB	-0,09	0,15	-0,07	0,01	0,08	-0,28	-0,05	-0,03	-0,03	-0,15	-0,07	-0,09	-0,11	-0,07	-0,13	-0,18	-0,13	-0,09	-0,17	-0,14	-0,18	-0,18	-0,37
	α-HCH	0,00	0,05	0,00	0,06	-0,02	0,00	-0,03	-0,03	0,00	-0,04	-0,03	-0,04	-0,02	0,00	-0,03	0,01	-0,01	0,02	0,04	0,02	0,02	0,02	0,01
	β-HCH	-0,04	0,12	-0,09	0,01	-0,03	-0,18	-0,12	-0,09	-0,07	-0,10	-0,08	-0,10	-0,13	-0,15	-0,16	-0,21	-0,12	-0,14	-0,18	-0,15	-0,09	-0,09	-0,22
	γ-HCH	-0,03	0,01	-0,07	-0,01	-0,04	-0,02	0,01	0,09	-0,02	-0,05	0,00	0,00	0,01	-0,01	0,01	0,04	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	-0,04
Elem.	Blei	4580	4579	1033	1033	1033	4580	668	668	668	668	668	668	668	668	667	554	554	554	554	554	4578	4578	4569
	Cadmium	4579	4578	1033	1033	1033	4579	668	668	668	668	668	668	668	668	667	554	554	554	554	554	4578	4578	4568
	Quecksilber	4579	4578	1033	1033	1033	4579	668	668	668	668	668	668	668	668	667	554	554	554	554	554	4577	4577	4568
Chlororganika	PCB 138	2791	2790	662	662	662	2791	460	460	460	460	460	460	460	460	460	376	376	376	376	376	2789	2789	2786
	PCB 153	2787	2786	661	661	661	2787	458	458	458	458	458	458	458	458	458	375	375	375	375	375	2786	2786	2782
	PCB 180	2791	2790	662	662	662	2791	459	459	459	459	459	459	459	459	459	375	375	375	375	375	2789	2789	2785
	ΣPCB 138,153,180	2785	2784	661	661	661	2785	457	457	457	457	457	457	457	457	457	374	374	374	374	374	2783	2783	2779
	DDE	2792	2791	662	662	662	2792	460	460	460	460	460	460	460	460	460	376	376	376	376	376	2791	2791	2787
	HCB	2791	2790	661	661	661	2791	460	460	460	460	460	460	460	460	460	376	376	376	376	376	2789	2789	2786
	α-HCHA	2779	2778	657	657	657	2779	460	460	460	460	460	460	460	460	460	376	376	376	376	376	2777	2777	2773
	β-HCH	2717	2716	652	652	652	2717	445	445	445	445	445	445	445	445	445	364	364	364	364	364	2716	2716	2712
	γ-HCH	2774	2773	657	657	657	2774	457	457	457	457	457	457	457	457	457	373	373	373	373	373	2773	2773	2769

Anmerkungen: Im oberen Teil der Tabelle sind die Korrelationskoeffizienten für die logarithmierten Gehalte angegeben, im unteren Teil die zugehörigen Stichprobenumfänge.
Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

Tab. 9.2.5: Korrelationen zwischen den Stoffgehalten im Blut und im Urin (µg/g Crea) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung

		Elemente						Chlorphenole									PAK							
	Blut \ Urin	Arsen	Cadmium	Gold	Iridium	Platin	Quecksilber	4-MCP	2,4-DCP	2,5-DCP	2,6-DCP	2,3,4-TCP	2,4,5-TCP	2,4,6-TCP	2,3,4,6-TeCP	PCP	1-OH-PYR	1-OH-PHE	2/9-OH-PHE	3-OH-PHE	Σ-OH-PHE	Nikotin	Cotinin	Creatinin
Elemente	Blei	0,11	0,15	0,10	0,06	0,13	-0,11	0,06	0,02	0,01	0,02	0,03	0,00	0,04	0,02	0,04	0,05	0,06	0,12	0,14	0,11	0,12	0,11	-0,06
	Cadmium	0,01	0,41	0,06	0,04	0,01	-0,06	0,07	0,05	0,07	0,06	0,10	-0,02	-0,01	0,01	-0,01	0,42	0,29	0,18	0,34	0,30	0,69	0,71	-0,02
	Quecksilber	0,24	-0,03	0,01	-0,07	0,04	0,39	0,06	0,05	0,04	0,03	0,03	0,01	0,02	0,02	0,03	-0,06	0,09	0,10	0,03	0,08	-0,07	-0,06	-0,02
Chlororganika	PCB 138	0,16	0,36	0,16	0,12	0,20	-0,15	0,18	0,07	0,05	0,10	0,17	0,13	0,19	0,23	0,14	0,00	0,11	0,17	0,10	0,13	-0,05	-0,05	-0,28
	PCB 153	0,15	0,35	0,15	0,12	0,22	-0,16	0,14	0,06	0,02	0,08	0,14	0,10	0,16	0,23	0,13	-0,02	0,09	0,15	0,09	0,11	-0,08	-0,07	-0,26
	PCB 180	0,16	0,38	0,18	0,12	0,21	-0,17	0,17	0,03	-0,01	0,07	0,16	0,10	0,17	0,24	0,14	-0,01	0,07	0,15	0,09	0,10	-0,07	-0,07	-0,26
	ΣPCB 138,153,180	0,16	0,37	0,16	0,12	0,22	-0,16	0,18	0,06	0,02	0,11	0,17	0,12	0,18	0,25	0,15	-0,01	0,10	0,17	0,10	0,12	-0,07	-0,07	-0,28
	DDE	0,13	0,32	0,03	0,11	0,06	-0,08	0,14	0,10	0,12	0,13	0,13	0,09	0,08	0,08	0,02	0,01	0,20	0,20	0,15	0,19	-0,05	-0,04	-0,23
	HCB	0,13	0,37	0,09	0,15	0,20	-0,12	0,17	0,11	0,10	0,08	0,19	0,11	0,17	0,16	0,06	0,00	0,12	0,17	0,05	0,11	-0,11	-0,11	-0,35
	α-HCH	-0,01	0,03	-0,02	0,03	-0,03	-0,01	-0,02	-0,03	0,00	-0,03	-0,02	-0,04	-0,02	0,00	-0,03	0,02	-0,01	0,04	0,06	0,03	0,02	0,02	0,02
	β-HCH	0,10	0,26	0,04	0,11	0,06	-0,08	0,09	0,03	0,04	0,10	0,16	0,08	0,12	0,05	-0,01	-0,08	0,10	0,07	0,00	0,07	-0,05	-0,05	-0,22
	γ-HCH	0,00	0,04	-0,01	0,04	0,00	0,01	0,01	0,11	-0,02	-0,04	0,01	0,00	0,02	-0,01	0,01	0,06	0,03	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	-0,05
Elem.	Blei	4569	4567	1033	1033	1033	4569	668	668	668	668	668	668	668	668	667	554	554	554	554	554	4567	4567	4569
	Cadmium	4568	4567	1033	1033	1033	4568	668	668	668	668	668	668	668	668	667	554	554	554	554	554	4566	4566	4568
	Quecksilber	4568	4566	1033	1033	1033	4568	668	668	668	668	668	668	668	668	667	554	554	554	554	554	4566	4566	4568
Chlororganika	PCB 138	2786	2785	662	662	662	2786	460	460	460	460	460	460	460	460	460	376	376	376	376	376	2784	2784	2786
	PCB 153	2782	2781	661	661	661	2782	458	458	458	458	458	458	458	458	458	375	375	375	375	375	2781	2781	2782
	PCB 180	2785	2784	662	662	662	2785	459	459	459	459	459	459	459	459	459	375	375	375	375	375	2784	2784	2785
	ΣPCB 138,153,180	2779	2779	661	661	661	2779	457	457	457	457	457	457	457	457	457	374	374	374	374	374	2778	2778	2779
	DDE	2787	2786	662	662	662	2787	460	460	460	460	460	460	460	460	460	376	376	376	376	376	2785	2785	2787
	HCB	2786	2785	661	661	661	2786	460	460	460	460	460	460	460	460	460	376	376	376	376	376	2784	2784	2786
	α-HCHA	2773	2772	657	657	657	2773	460	460	460	460	460	460	460	460	460	376	376	376	376	376	2772	2772	2773
	β-HCH	2712	2711	652	652	652	2712	445	445	445	445	445	445	445	445	445	364	364	364	364	364	2710	2710	2712
	γ-HCH	2769	2768	657	657	657	2769	457	457	457	457	457	457	457	457	457	373	373	373	373	373	2768	2768	2769

Anmerkungen: Im oberen Teil der Tabelle sind die Korrelationskoeffizienten für die logarithmierten Gehalte angegeben, im unteren Teil die zugehörigen Stichprobenumfänge.
Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

9.3 Assoziationen zwischen den Gliederungsmerkmalen

Tab. 9.3.1: Assoziationen zwischen den Gliederungsmerkmalen für Arsen im Urin und Quecksilber im Blut (N=4741)

	Geschlecht	Lebensalter	Fisch bis 48 Std. vor Probenahme	Häufigkeit des Fischkonsums	Häufigkeit des Weinkonsums	Arsen im häusl. Trinkwasser	Zähne mit Amalgamfüllungen	Haushaltseinkommen	Wohnort im Jahr 1998
Geschlecht			.	.					
Lebensalter	**n.s.**		.						
Fisch bis 48 Std. vor Probenahme	**n.s.**	**n.s.**							
Häufigkeit des Fischkonsums	**n.s.**	**0,11** (höheres Alter: häufigerer Fischkonsum)	**0,18** (Fisch vor Probenahme: generell häufigerer Fischkonsum)						
Häufigkeit des Weinkonsums	**n.s.**	**0,10** (höheres Alter: häufigerer Weinkonsum)	**0,07** (Fisch vor Probenahme: häufigerer Weinkonsum)	**0,07** (häufigerer Fischkonsum: häufigerer Weinkonsum)					
Arsen im häuslichen Trinkwasser	**n.s.**	**n.s.**	**n.s.**	**0,05** (häufigerer Fischkonsum: weniger As im Trinkwass.)	**n.s.**				
Zähne m. Amalgamfüllungen	**n.s**	**0,20** (höheres Alter: weniger Zähne mit Amalgam)	**n.s.**	**n.s.**	**0,05** (häufigerer Weinkonsum: mehr Zähne m. Amalgam)	**n.s.**			
Haushaltseinkommen	**n.s.**	**0,16** (höheres Alter: höheres Einkommen)	**n.s.**	**n.s.**	**0,15** (häufigerer Weinkonsum: höheres Einkommen)	**n.s.**	**n.s.**		
Wohnort im Jahr 1998	**n.s.**	**n.s.**	**n.s.**	**0,15** (häufigerer Fischkonsum: neue Länder)	**0,08** (häufiger mehrmals pro Woche Wein: alte Länder)	**0,08** (mehr As im Trinkwasser: alte Länder)	**0,08** (mehr Zähne mit Amalgamfüllungen: neue Länder)	**0,18** (höheres Einkommen: alte Länder)	
Creatinin im Urin	**0,26** (Männer: höherer Creatiningehalt)	**0,24** (höheres Alter: niedrigerer Creatiningehalt)	**n.s.**	**0,05** (häufigerer Fischkonsum: niedrigerer Creatiningehalt)	**n.s.**	**n.s.**	**0,08** (mehr Zähne mit Amalgamfüllungen: höherer Crea.gehalt)	**0,06** (höheres Einkommen: niedrigerer Cre.gehalt)	**n.s.**

Anmerkungen: Das Assoziationsmaß Cramérs V ist angegeben, sofern es signifikant ist ($p \leq 0{,}001$), darunter ist der Zusammenhang textlich beschrieben. Nicht signifikante Assoziationen sind durch n.s. gekennzeichnet. Jedes Gliederungsmerkmal ist so kategorisiert, wie es für die Deskription der Verteilungen der As-Gehalte im Urin (Kap. 3.1) und der Hg-Gehalte im Blut (Kap. 3.4) eingesetzt wurde. Jedes Gliederungsmerkmal ist im Anhang 9.1 erläutert.

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

Tab. 9.3.2: Assoziationen zwischen den Gliederungsmerkmalen für Blei im Blut (N=4646)

	Geschlecht	Lebensalter	CCV	Häufigkeit des Bierkonsums	Häufigkeit des Weinkonsums	Rauchstatus	Zigarettenzahl (Raucher)	Bleigehalt im häusl. Trinkwassser	Bleizufuhr m. häusl. Trinkwassser
Geschlecht									
Lebensalter	**n.s.**								
CCV	**0,60** (Männer: höherer CCV)	**0,07** (höheres Alter: bei Männern niedriger CCV, bei Frauen: höherer CCV)							
Häufigkeit des Bierkonsums	**0,49** (Männer: häufigerer Bierkonsum)	**0,09** (mittleres Alter: häufigerer Bierkonsum)	**0,21** (höherer CCV: häufigerer Bierkonsum)						
Häufigkeit des Weinkonsums	**n.s.**	**0,10** (höheres Alter: häufigerer Weinkonsum)	**n.s.**	**0,16** (häufigerer Bierkonsum: häufigerer Weinkonsum)					
Rauchstatus	**0,20** (Frauen: mehr Nieraucher)	**0,21** (niedrigeres Alter: mehr Raucher)	**0,10** (höherer CCV: mehr Raucher)	**0,12** (häufiger Bierkonsum: mehr Raucher)	**0,08** (seltenerer Weinkonsum: mehr Raucher)				
Zigarettenzahl (Raucher)	**0,23** (Männer: mehr Zigaretten)	**0,10** (mittleres Alter: mehr Zigaretten)	**0,13** (höherer CCV: mehr Zigaretten)	**n.s.**	**0,12** (häufigerer Weinkonsum: weniger Zigaretten)	----			
Bleigehalt im häusl. Trinkwassser	**n.s.**	**n.s.**	**n.s.**	**n.s.**	**n.s.**	**n.s.**	**n.s.**		
Bleizufuhr m. häusl. Trinkwassser	**n.s.**	**0,06** (höheres Alter: mehr Pb im Trinkwasser)	**n.s.**	**n.s.**	**n.s.**	**n.s.**	**n.s.**	**0,48** (mehr Pb im Trinkwasser: höhere Pb-Zufuhr)	
Wohnort im Jahr 1998	**n.s.**	**n.s.**	**n.s.**	**0,07** (häufigerer Bierkonsum: neue Länder)	**0,07** (häufigerer Weinkonsum: alte Länder)	**n.s.**	**0,13** (mehr Zigaretten: alte Länder)	**0,12** (mehr Pb im Trinkwasser: neue Länder)	**0,07** (höhere Pb-Zufuhr: neue Länder)

Anmerkungen: Das Assoziationsmaß Cramérs V ist angegeben, sofern es signifikant ist ($p \leq 0{,}001$), darunter ist der Zusammenhang textlich beschrieben. Nicht signifikante Assoziationen sind durch n.s. gekennzeichnet. Jedes Gliederungsmerkmal ist so kategorisiert, wie es für die Deskription der Verteilungen der Pb-Gehalte im Blut (Kap. 3.2) eingesetzt wurde. Jedes Gliederungsmerkmal ist im Anhang 9.1 erläutert.

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

Tab. 9.3.3: Assoziationen zwischen den Gliederungsmerkmalen für Cadmium (N=4741)

	Geschlecht	Lebensalter	Rauchstatus	Zigarettenzahl (Raucher)	Rauchdauer (Raucher)	Rauchdauer (Exraucher)	Dauer des Nicht-Mehr-Rauchens (Exraucher), Kat. f. Blut	Dauer des Nicht-Mehr-Rauchens (Exraucher), Kat. f. Urin	Wohnort im Jahr 1998
Geschlecht									
Lebensalter	**n.s.**								
Rauchstatus	**0,20** (Frauen: mehr Nie-Raucher)	**0,20** (höheres Alter: weniger Raucher)							
Zigarettenzahl (Raucher)	**0,22** (Männer: mehr Zigaretten)	**0,10** (mittleres Alter: mehr Zigaretten)	----						
Rauchdauer (Raucher)	**n.s.**	**0,74** (höheres Alter: längere Rauchdauer)	----	**0,13** (mehr Zigaretten: längere Rauchdauer)					
Rauchdauer (Exraucher)	**0,14** (Männer: längere Rauchdauer)	**0,39** (höheres Alter: längere Rauchdauer)	----	----	----				
Dauer des Nicht-Mehr-Rauchens (Exraucher), Kategorien für Blut	**n.s.**	**0,27** (höheres Alter: längere Dauer des Nicht-Mehr-Rauchens)	----	----	----	**0,17** (längere Rauchdauer: kürzere Zeit des Nicht-Mehr-Rauchens)			
Dauer des Nicht-Mehr-Rauchens (Exraucher), Kategorien für Urin	**0,15** (Männer: längere Dauer des Nicht-Mehr-Rauchens)	**0,30** (höheres Alter: längere Dauer des Nicht-Mehr-Rauchens)	----	----	----	**0,22** (längere Rauchdauer: kürzere Dauer des Nicht-Mehr-Rauchens)	----		
Wohnort im Jahr 1998	**n.s.**	**n.s.**	**n.s.**	**0,13** (mehr Zigaretten: alte Länder)	**n.s.**	**n.s.**	**n.s.**	**n.s.**	
Creatinin	**0,26** (Männer: höherer Creatinin-gehalt)	**0,24** (höheres Alter: niedrigerer Creatinin-gehalt)	**0,10** (Raucher: höherer Creatinin-gehalt)	**n.s.**	**0,19** (längere Rauchdauer: niedrigerer Crea.gehalt	**0,14** (längere Rauchdauer: niedrigerer Cre.gehalt)	**n.s.**	**n.s.**	**n.s.**

Anmerkungen: Das Assoziationsmaß Cramérs V ist angegeben, sofern es signifikant ist ($p \leq 0{,}001$), darunter ist der Zusammenhang textlich beschrieben. Nicht signifikante Assoziationen sind durch n.s. gekennzeichnet. Jedes Gliederungsmerkmal ist so kategorisiert, wie es für die Deskription der Verteilungen der Cd-Gehalte im Blut und im Urin (Kap. 3.3) eingesetzt wurde. Jedes Gliederungsmerkmal ist im Anhang 9.1 erläutert.

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

Tab. 9.3.4: Assoziationen zwischen den Gliederungsmerkmalen für Quecksilber im Urin (N=4741)

	Geschlecht	Lebensalter	Zähne mit Amalgamfüllungen	Alter der letzten Amalgamfüllung	Häufigkeit des Kaugummikonsums	Schulbildung	Wohnort im Jahr 1998
Geschlecht							
Lebensalter	**n.s.**						
Zähne mit Amalgamfüllungen	**n.s**	**0,20** (höheres Alter: weniger Zähne mit Amalgamfüllungen)					
Alter der letzten Amalgamfüllung	**n.s.**	**0,13** (höheres Alter: ältere Amalgamfüllungen)	**0,20** (mehr Zähne mit Amalgamfüllungen: jüngere Amalgamfüllungen)				
Häufigkeit des Kaugummikonsums	**0,08** (Frauen: häufigerer Kaugummikonsum)	**0,33** (höheres Alter: seltenerer Kaugummikonsum)	**0,11** (mehr Zähne mit Amalgamfüllungen: häufigerer Kaugummikonsum)	**0,10** (sehr alte Amalgamfüllungen: seltenerer Kaugummikonsum)			
Schulbildung	**n.s.**	**0,36** (höheres Alter: geringere Schulbildung)	**0,17** (mehr Zähne mit Amalgamfüllungen: höhere Schulbildung)	**n.s.**	**0,19** (häufigerer Kaugummikonsum: höhere Schulbildung)		
Wohnort im Jahr 1998	**n.s.**	**n.s.**	**0,08** (mehr Zähne mit Amalgamfüllungen: neue Länder)	**0,14** (jüngere Amalgamfüllungen: neue Länder)	**n.s.**	**0,17** (höhere Schulbildung: neue Länder)	
Creatinin im Urin	**0,26** (Männer: höherer Creatiningehalt	**0,24** (höheres Alter: niedrigerer Creatiningehalt)	**0,08** (mehr Zähne mit Amalgamfüllungen: höherer Creatiningehalt)	**0,08** (ältere Amalgamfüllungen: niedrigerer Creatiningehalt)	**0,13** (häufigerer Kaugummikonsum: höherer Creatiningehalt)	**0,16** (höhere Schulbildung: höherer Creatiningehalt)	**n.s.**

Anmerkungen: Das Assoziationsmaß Cramérs V ist angegeben, sofern es signifikant ist ($p \leq 0{,}001$), darunter ist der Zusammenhang textlich beschrieben. Nicht signifikante Assoziationen sind durch n.s. gekennzeichnet. Jedes Gliederungsmerkmal ist so kategorisiert, wie es für die Deskription der Verteilungen der Hg-Gehalte im Urin (Kap. 3.4) eingesetzt wurde. Jedes Gliederungsmerkmal ist im Anhang 9.1 erläutert.

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

Tab. 9.3.5: Assoziationen zwischen den Gliederungsmerkmalen für Organochlorverbindungen im Blut (N=2824)

	Geschlecht	Lebensalter	Body Mass Index	Gesamt-Lipide	Gewichtsänderung	Wohnort im Jahr 1998	Wohnort im Jahr 1988	Geburtsland
Geschlecht								
Lebensalter	**n.s.**							
Body-Mass-Index	**0,20** (Männer: häufiger 25≥BMI<30)	**0,26** (höheres Alter: höherer BMI)						
Gesamt-Lipide	**0,14** (Männer: höhere Gesamt-Lipide)	**0,29** (höheres Alter: höhere Gesamt-Lipide)	**0,26** (höherer BMI: höhere Gesamt-Lipide)					
Gewichtsänderung in letzten 3 Jahren	**0,07** (Männer: unverändertes Gewicht; Frauen: Gewichtszunahme)	**0,10** (höheres Alter: unverändertes Gewicht)	**0,09** (höherer BMI: Gewichtszunahme)	**n.s.**				
Wohnort im Jahr 1998	**n.s.**	**n.s.**	**n.s.**	**n.s.**	**n.s.**			
Wohnort im Jahr 1988	**n.s.**	**n.s.**	**n.s.**	**n.s.**	**n.s.**	**0,83** (meist gleicher Wohnort im Jahre 1988 und 1998)		
Geburtsland	**n.s.**	**n.s.**	**n.s.**	**n.s.**	**n.s.**	**0,07** (alte Länder: häufiger Geburtsland außerhalb Mittel-, Nord-, Westeuropa)	**0,11** (Wohnort 1988 außerhalb alter BRD: häufiger Geburtsland außerhalb Mittel-, Nord-, Westeuropas)	
Jahreszeit	**n.s.**	**n.s.**	**n.s.**	**n.s.**	**n.s.**	**n.s.**	**n.s.**	**n.s.**

Anmerkungen: Das Assoziationsmaß Cramérs V ist angegeben, sofern es signifikant ist (p≤0,001), darunter ist der Zusammenhang textlich beschrieben. Nicht signifikante Assoziationen sind durch n.s. gekennzeichnet. Jedes Gliederungsmerkmal ist so kategorisiert, wie es für die Deskription der Verteilungen der Chlororganika im Blut (Kap. 4) eingesetzt wurde. Jedes Gliederungsmerkmal ist im Anhang 9.1 erläutert.

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

Tab. 9.3.6: Assoziationen zwischen den Gliederungsmerkmalen für PAK im Urin (N=573)

	Geschlecht	Lebensalter	Rauch-status	Zigarettenzahl (Raucher)	Heizungs-system	Wohnort im Jahr 1998
Geschlecht						
Lebensalter	**n.s.**					
Rauchstatus	**n.s.**	**0,22** (höheres Alter: mehr Nichtraucher)				
Zigarettenzahl (Raucher)	**0,27** (Männer: mehr Zigaretten)	**n.s.**	**----**			
Heizungs-system	**n.s.**	**n.s.**	**n.s.**	**n.s.**		
Wohnort im Jahr 1998	**n.s.**	**n.s.**	**n.s.**	**n.s.**	**n.s.**	
Creatinin im Urin	**0,28** (Männer: höherer Creatiningehalt)	**0,26** (höheres Alter: niedrigerer Creatiningehalt)	**n.s.**	**n.s.**	**n.s.**	**n.s.**

Anmerkungen: Das Assoziationsmaß Cramérs V ist angegeben, sofern es signifikant ist ($p \leq 0{,}001$), darunter ist der Zusammenhang textlich beschrieben. Nicht signifikante Assoziationen sind durch n.s. gekennzeichnet. Jedes Gliederungsmerkmal ist so kategorisiert, wie es für die Deskription der Verteilungen der PAK-Gehalte im Urin (Kap. 5.1) eingesetzt wurde. Jedes Gliederungsmerkmal ist im Anhang 9.1 erläutert.

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

Tab. 9.3.7: Assoziationen zwischen den Gliederungsmerkmalen für Chlorphenole im Urin (N=692)

	Geschlecht	Lebensalter	Biozidnutzung zum Körperschutz	Biozidnutzung zum Textilschutz	Biozidnutzung gegen Insekten in der Wohnung	Holzschutzmittel in Wohnung	Wohnort im Jahr 1998
Geschlecht							
Lebensalter	**n.s.**						
Biozidnutzung zum Körperschutz	**n.s.**	**n.s.**					
Biozidnutzung zum Textilschutz	**n.s.**	**n.s.**	**n.s.**				
Biozidnutzung gegen Insekten in der Wohnung	**n.s.**	**n.s.**	**n.s.**	**n.s.**			
Holzschutzmittelnutzung in der Wohnung	**n.s.**	**n.s.**	**n.s.**	**n.s.**	**n.s.**		
Wohnort im Jahr 1998	**n.s.**	**n.s.**	**n.s.**	**n.s.**	**0,15** (Biozidnutzung zur Insektenvernichtung: häufiger in den neuen Ländern)	**n.s.**	
Creatinin im Urin	**0,29** (Männer: höherer Creatingehalt)	**0,25** (höheres Alter: niedrigerer Creatiningehalt	**n.s.**	**n.s.**	**n.s.**	**n.s.**	**n.s.**

Anmerkungen: Das Assoziationsmaß Cramérs V ist angegeben, sofern es signifikant ist ($p \leq 0{,}001$), darunter ist der Zusammenhang textlich beschrieben. Nicht signifikante Assoziationen sind durch n.s. gekennzeichnet. Jedes Gliederungsmerkmal ist so kategorisiert, wie es für die Deskription der Verteilungen der Chlorphenole im Urin (Kap. 5.2) eingesetzt wurde. Jedes Gliederungsmerkmal ist im Anhang 9.1 erläutert.

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

Tab. 9.3.8: Assoziationen zwischen den Gliederungsmerkmalen für Edelmetalle (N=1080)

	Geschlecht	Lebensalter	Zähne mit Edelmetall	Wohnort im Jahr 1998
Geschlecht				
Lebensalter	**n.s.**			
Zähne mit Edelmetall	**n.s.**	**0,19** (niedrigeres Alter und höchste Altersklasse (60 bis 69 Jahre): weniger Zähne mit Edelmetall		
Wohnort im Jahr 1998	**n.s.**	**n.s**	**0,13** (mehr Zähne mit Edelmetall: alte Länder)	
Creatinin im Urin	**0,27** (Männer: höherer Creatiningehalt)	**0,24** (höheres Alter: niedrigerer Creatiningehalt)	**n.s.**	**n.s.**

Anmerkungen: Das Assoziationsmaß Cramérs V ist angegeben, sofern es signifikant ist ($p \leq 0{,}001$), darunter ist der Zusammenhang textlich beschrieben. Nicht signifikante Assoziationen sind durch n.s. gekennzeichnet. Jedes Gliederungsmerkmal ist so kategorisiert, wie es für die Deskription der Verteilungen der Edelmetall-Gehalte im Urin (Kap. 5.3) eingesetzt wurde. Jedes Gliederungsmerkmal ist im Anhang 9.1 erläutert.

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

Tab. 9.3.9: Assoziationen zwischen den Gliederungsmerkmalen für Nikotin und Cotinin im Urin (N=4741)

	Geschlecht	Lebensalter	Rauchstatus	Zigarettenzahl (Raucher)	Anzahl Raucher im Haushalt (Nichtraucher)	Passivrauchbelastung im Haushalt (Nichtraucher)	Passivrauchbelastung am Arbeitsplatz (berufstätige Nichtraucher)	Wohnort 1998
Geschlecht								
Lebensalter	**n.s.**							
Rauchstatus	**0,20** (Frauen: mehr Nie-Raucher)	**0,20** (höheres Alter: weniger Raucher)						
Zigarettenzahl (Raucher)	**0,22** (Männer: mehr Zigaretten)	**0,10** (mittleres Alter: mehr Zigaretten)	----					
Anzahl Raucher im Haushalt (Nichtraucher)	**0,08** (weibliche Nichtraucher: häufiger Raucher im Haushalt)	**0,13** (ältere Nicht-Raucher: seltener Raucher im Haushalt)	----	----				
Passivrauchbelastung im Haushalt (Nichtraucher)	**n.s.**	**0,11** (ganz junge Nichtraucher sind häufiger belastet, ganz alte seltener)	----	----	**0,68** (mehr Raucher im Haushalt: eher Passivrauchbelastung zu Hause)			
Passivrauchbelastung am Arbeitsplatz (berufstätige Nichtraucher)	**0,16** (Männer: häufiger am Arbeitsplatz belastet)	**0,24** (jüngere Nichtraucher: eher am Arbeitsplatz belastet)	----	----	**n.s.**	**0,11** (Passivrauchbelastung zu Hause: eher Passivrauchbelastung am Arbeitsplatz)		
Wohnort im Jahr 1998	**n.s.**	**n.s.**	**n.s.**	**0,13** (mehr Zigaretten: alte Länder)	**n.s.**	**n.s.**	**n.s.**	
Creatinin im Urin	**0,26** (Männer: höherer Creatinin-gehalt)	**0,24** (höheres Alter: niedrigerer Creatinin-gehalt)	**0,10** (Raucher: höherer Creatinin-gehalt)	**n.s.**	**n.s.**	**n.s.**	**0,17** (Passivrauchbelastung am Arbeitsplatz: höherer Creatiningehalt)	**n.s.**

Anmerkungen: Das Assoziationsmaß Cramérs V ist angegeben, sofern es signifikant ist ($p \leq 0{,}001$), darunter ist der Zusammenhang textlich beschrieben. Nicht signifikante Assoziationen sind durch n.s. gekennzeichnet. Jedes Gliederungsmerkmal ist so kategorisiert, wie es für die Deskription der Verteilungen der Nikotin- und Cotinin-Gehalte im Urin (Kap. 5.4) eingesetzt wurde. Jedes Gliederungsmerkmal ist im Anhang 9.1 erläutert.

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

Tab. 9.3.10: Assoziationen zwischen den Gliederungsmerkmalen für Creatinin, Uringewicht und Retentionszeit (N=4741)

	Geschlecht	Lebensalter	Body-Mass-Index	Sportliche Betätigung	Retentionszeit des Urins	Uringewicht	Wohnort 1998
Geschlecht							
Lebensalter	**n.s.**						
Body-Mass-Index	**0,19** (Männer: häufiger 25≥BMI<30)	**0,26** (höheres Alter: höherer BMI)					
Sportliche Betätigung	**0,10** (Männer: häufiger über 2 Std./Wo. Sport)	**0,15** (niedrigeres Alter: häufiger über 2 Std./Wo. Sport)	**0,14** (höherer BMI: seltener über 2 Std./Wo. Sport)				
Retentionszeit des Urins	**0,07** (Männer: höhere Retentionszeit)	**0,15** (höheres Alter:: geringere Retentionszeit)	**0,08** (höherer BMI: geringere Retentionszeit)	**n.s.**			
Uringewicht	**0,25** (Männer: höheres Uringewicht)	**0,10** (höheres Alter: höheres Uringewicht)	**0,09** (höherer BMI : höheres Uringewicht)		**0,09** (geringere Retentionszeit: geringeres Uringewicht)		
Wohnort im Jahr 1998	**n.s.**	**n.s.**	**n.s.**	**0,08** (über 2 Std./Wo. Sport: alte Länder)	**n.s.**	**n.s.**	
Creatinin im Urin	**0,26** (Männer: höherer Creatiningehalt)	**0,24** (höheres Alter: niedrigerer Creatiningehalt)	**0,08** (BMI<25: höherer Creatiningehalt)	**0,07** (über 2 Std./Wo. Sport: höherer Creatiningehalt)	**0,14** (geringere Retentionszeit: niedrigerer Creatiningehalt)	**0,32** (höheres Uringewicht: niedrigerer Creatiningehalt)	**n.s.**

Anmerkungen: Das Assoziationsmaß Cramérs V ist angegeben, sofern es signifikant ist (p≤0,001), darunter ist der Zusammenhang textlich beschrieben. Nicht signifikante Assoziationen sind durch n.s. gekennzeichnet. Jedes Gliederungsmerkmal ist so kategorisiert, wie es für die Deskription der Verteilungen (Kap. 5.5) eingesetzt wurde. Jedes Gliederungsmerkmal ist im Anhang 9.1 erläutert.

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

9.4 Konfidenzintervalle für Populationsperzentile

Tab. 9.4.1: 95%-Konfidenzintervalle für 95. Populationsperzentile der Elementgehalte im Blut und/oder im Morgenurin - ausgewählte Teilpopulationen der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung

Analyt/Medium	Teilpopulation	Einheit	N	KI-P95
Blei/Blut	Männer	µg/l	2342	78 - 83
	Frauen	µg/l	2303	63 - 67
Cadmium/Blut	Nichtraucher	µg/l	3061	0,83 - 0,90
Quecksilber/Blut	Fischkonsum bis zu 3-mal im Monat	µg/l	2310	2,01 - 2,25
Arsen/Urin	kein Fischverzehr innerhalb von	µg/l	3924	14,9 - 16,3
	48 Stunden vor der Probenahme	µg/g Crea	3913	10,4 - 11,3
Cadmium/Urin	Nichtraucher	µg/l	3128	0,74 - 0,80
		µg/g Crea	3121	0,65 - 0,72
Gold/Urin	ohne dentales Edelmetall	ng/l	507	142 - 183
		ng/g Crea	507	94 - 119
Platin/Urin	ohne dentales Edelmetall	ng/l	507	8,16 - 11,3
		ng/g Crea	507	7,13 - 10,1
Quecksilber/Urin	ohne Amalgamfüllung	µg/l	1560	0,86 - 0,99
		µg/g Crea	1556	0,70 - 0,80

Anmerkungen: N =Stichprobenumfang; KI-P95 = 95%-Konfidenzintervall für 95. Populationsperzentil bei Annahme einer Log-Normalverteilung; Werte unter der Bestimmungsgrenze (BG) sind als BG/2 berücksichtigt
Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

Tab. 9.4.2: 95%-Konfidenzintervalle für 95. Populationsperzentile der DDE-Gehalte im Blut der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung, unterteilt nach Altersklassen und Wohnorten

Analyt	Teilpopulation	Einheit	N	KI-P95
DDE	18 - 19 Jahre, Wohnort 1998 in den alten Ländern *	µg/l	81	1,10 - 1,69
	20 - 29 Jahre, Wohnort 1998 in den alten Ländern	µg/l	391	1,89 - 2,34
	20 - 29 Jahre, Wohnort 1998 in den neuen Ländern	µg/l	79	3,47 - 5,22
	30 - 39 Jahre, Wohnort 1998 in den alten Ländern	µg/l	541	3,32 - 4,05
	30 - 39 Jahre, Wohnort 1998 in den neuen Ländern	µg/l	119	7,37 - 11,01
	40 - 49 Jahre, Wohnort 1998 in den alten Ländern	µg/l	459	5,63 - 7,14
	40 - 49 Jahre, Wohnort 1998 in den neuen Ländern	µg/l	113	12,14 - 18,76
	50 - 59 Jahre, Wohnort 1998 in den alten Ländern	µg/l	440	6,53 - 8,25
	50 - 59 Jahre, Wohnort 1998 in den neuen Ländern	µg/l	102	17,61 - 32,22
	60 - 69 Jahre, Wohnort 1998 in den alten Ländern	µg/l	378	8,74 - 11,24
	60 - 69 Jahre, Wohnort 1998 in den neuen Ländern	µg/l	94	19,10 - 31,53

Anmerkungen: N =Stichprobenumfang; KI-P95 = 95%-Konfidenzintervall für 95. Populationsperzentil bei Annahme einer Log-Normalverteilung; Werte unter der Bestimmungsgrenze (BG) sind als BG/2 berücksichtigt.
* Wegen des kleinen Stichprobenumfangs kann kein Konfidenzintervall für 18- bis 19-Jährige mit Wohnort in den neuen Ländern angegeben werden.
Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

Tab. 9.4.3: 95%-Konfidenzintervalle für 95. Populationsperzentile der PCB-, HCB- und ß-HCH-Gehalte im Blut der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung, unterteilt nach Altersklassen

Analyt	Teilpopulation	Einheit	N	KI-P95
PCB 138	18 - 19 Jahre	µg/l	109	0,29 - 0,40
	20 - 29 Jahre	µg/l	471	0,52 - 0,62
	30 - 39 Jahre	µg/l	659	0,83 - 0,96
	40 - 49 Jahre	µg/l	572	1,24 - 1,44
	50 - 59 Jahre	µg/l	542	1,51 - 1,73
	60 - 69 Jahre	µg/l	471	1,90 - 2,21
PCB 153	18 - 19 Jahre	µg/l	107	0,44 - 0,60
	20 - 29 Jahre	µg/l	470	0,82 - 0,98
	30 - 39 Jahre	µg/l	659	1,38 - 1,60
	40 - 49 Jahre	µg/l	572	1,95 - 2,26
	50 - 59 Jahre	µg/l	541	2,46 - 2,84
	60 - 69 Jahre	µg/l	470	2,91 - 3,37
PCB 180	18 - 19 Jahre	µg/l	109	0,23 - 0,34
	20 - 29 Jahre	µg/l	471	0,52 - 0,63
	30 - 39 Jahre	µg/l	658	0,87 - 1,00
	40 - 49 Jahre	µg/l	572	1,41 - 1,66
	50 - 59 Jahre	µg/l	542	1,83 - 2,12
	60 - 69 Jahre	µg/l	471	2,08 - 2,43
$\Sigma PCB_{138+153+180}$	18 - 19 Jahre	µg/l	107	0,88 - 1,18
	20 - 29 Jahre	µg/l	470	1,74 - 2,05
	30 - 39 Jahre	µg/l	656	2,88 - 3,28
	40 - 49 Jahre	µg/l	572	4,44 - 5,15
	50 - 59 Jahre	µg/l	541	5,61 - 6,43
	60 - 69 Jahre	µg/l	470	6,78 - 7,84
HCB	18 - 19 Jahre	µg/l	109	0,28 - 0,40
	20 - 29 Jahre	µg/l	471	0,48 - 0,59
	30 - 39 Jahre	µg/l	659	0,90 - 1,08
	40 - 49 Jahre	µg/l	572	1,99 - 2,50
	50 - 59 Jahre	µg/l	542	2,73 - 3,37
	60 - 69 Jahre	µg/l	471	4,58 - 5,86
ß-HCH	18 - 19 Jahre	µg/l	108	0,10 - 0,13
	20 - 29 Jahre	µg/l	458	0,11 - 0,12
	30 - 39 Jahre	µg/l	647	0,17 - 0,19
	40 - 49 Jahre	µg/l	555	0,38 - 0,48
	50 - 59 Jahre	µg/l	523	0,45 - 0,58
	60 - 69 Jahre	µg/l	458	0,72 - 0,96

Anmerkungen: N =Stichprobenumfang; KI-P95 = 95%-Konfidenzintervall für 95. Populationsperzentil bei Annahme einer Log-Normalverteilung; Werte unter der Bestimmungsgrenze (BG) sind als BG/2 berücksichtigt

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

Tab. 9.4.4: 95%-Konfidenzintervalle für 95. Populationsperzentile der Nikotin-, Cotinin- und PAK-Gehalte im Morgenurin der 18- bis 69-jährigen Nichtraucher

Analyt/Medium	Teilpopulation	Einheit	N	KI-P95
Nikotin	Nichtraucher	µg/l	3129	12,0 - 13,7
		µg/g Crea	3122	10,7 - 12,3
Cotinin	Nichtraucher	µg/l	3129	19,3 - 21,8
		µg/g Crea	3122	18,1 - 20,6
1-OH-Pyren	Nichtraucher	µg/l	389	0,49 - 0,68
		µg/g Crea	389	0,27 - 0,34
1-OH-Phenanthren	Nichtraucher	µg/l	389	1,28 - 1,68
		µg/g Crea	389	0,83 - 1,05
2/9-OH-Phenanthren	Nichtraucher	µg/l	389	0,84 - 1,10
		µg/g Crea	389	0,52 - 0,65
3-OH-Phenanthren	Nichtraucher	µg/l	389	0,99 - 1,32
		µg/g Crea	389	0,57 - 0,71
S-OH-Phenanthren	Nichtraucher	µg/l	389	2,98 - 3,89
		µg/g Crea	389	1,82 - 2,24

Anmerkungen: N =Stichprobenumfang; KI-P95 = 95%-Konfidenzintervall für 95. Populationsperzentil bei Annahme einer Log-Normalverteilung; Werte unter der Bestimmungsgrenze (BG) sind als BG/2 berücksichtigt
Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

Tab. 9.4.5: 95%-Konfidenzintervalle für 95. Populationsperzentile der Gehalte an Chlorphenolen im Morgenurin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung

Analyt	Einheit	N	KI-P95
4-Monochlorphenol	µg/l	692	14,6 - 17,2
	µg/g Crea	692	12,2 - 14,5
2,4-Dichlorphenol	µg/l	692	3,91 - 5,26
	µg/g Crea	692	2,58 - 3,37
2,5-Dichlorphenol	µg/l	692	18,2 - 25,6
	µg/g Crea	692	11,8 - 16,1
2,6-Dichlorphenol	µg/l	692	0,22 - 0,27
	µg/g Crea	692	0,20 - 0,24
2,3,4-Tricholophenol	µg/l	692	0,14 - 0,16
	µg/g Crea	692	0,14 - 0,17
2,4,5-Trichlorphenol	µg/l	692	0,95 - 1,17
	µg/g Crea	692	0,61 - 0,72
2,4,6-Trichlorphenol	µg/l	692	1,32 - 1,55
	µg/g Crea	692	0,85 - 0,96
2,3,4,6-Tetrachlorphenol	µg/l	692	0,98 - 1,17
	µg/g Crea	692	0,73 - 0,86
PCP	µg/l	691	4,31 - 5,33
	µg/g Crea	691	2,63 - 3,12

Anmerkungen: N =Stichprobenumfang; KI-P95 = 95%-Konfidenzintervall für 95. Populationsperzentil bei Annahme einer Log-Normalverteilung; Werte unter der Bestimmungsgrenze (BG) sind als BG/2 berücksichtigt
Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

9.5 Histogramme und Abbildungen der Perzentilfunktionen

Zur Veranschaulichung der Verteilungen sind auf den folgenden Seiten Histogramme und Perzentilfunktionen für die in diesem Band behandelten Stoffe dargestellt. Für Stoffe, für die ein Großteil der Messwerte unter der jeweiligen Bestimmungsgrenze liegt, wurde auf eine grafische Darstellung verzichtet. Dies betrifft 2,6-Dichlorphenol mit 76 %, 2,3,4-Trichlorphenol mit 86 %, 2,3,4,6-Tetrachlorphenol mit 45 % und β-HCH mit 66 % der Messwerte unter der Bestimmungsgrenze.

In Anbetracht der z.T. recht kleinen Fallzahlen, speziell einzelner Untergruppen, war eine Glättung der Perzentilfunktionen sinnvoll. Als optimal stellte sich eine 11-gliedrige Ausgleichung heraus. Die Glättung der Kurven bewirkt, dass die Perzentile in den Abbildungen oft geringfügig von den exakten Perzentilen in den Kennwerttabellen abweichen[1].

Um den Einfluss bestimmter Merkmale zu veranschaulichen, wurden für einzelne Stoffe getrennte Perzentilfunktionen für Probandengruppen nach Gliederungsmerkmalen erstellt:

Stoff	Medium	Gliederungsmerkmal
Arsen	Urin	Fischkonsum
Blei	Blut	Geschlecht
Cadmium	Blut	Rauchstatus
Cadmium	Urin	Rauchstatus
Quecksilber	Blut	Fischkonsum
Quecksilber	Urin	Amalgamfüllungen
PCB, HCB	Blut	Lebensalter
DDE	Blut	alte/neue Länder
Hydroxypyren, Hydroxyphenanthrene	Urin	Rauchstatus
Gold, Platin	Urin	dentales Edelmetall
Nikotin, Cotinin	Urin	Rauchstatus

[1] Die oberen Randwerte wurden durch eine Gerade approximiert, da in diesem Bereich der Perzentilfunktionen ein annähernd linearer Verlauf angenommen werden kann. Lagen mehr als 10 % der Werte unter der Bestimmungsgrenze, wurden auch die unteren Randwerte linear extrapoliert, in diesem Fall bis zur Hälfte der Bestimmungsgrenze.

9.5.1 Arsen, Blei, Cadmium und Quecksilber in Blut und Urin

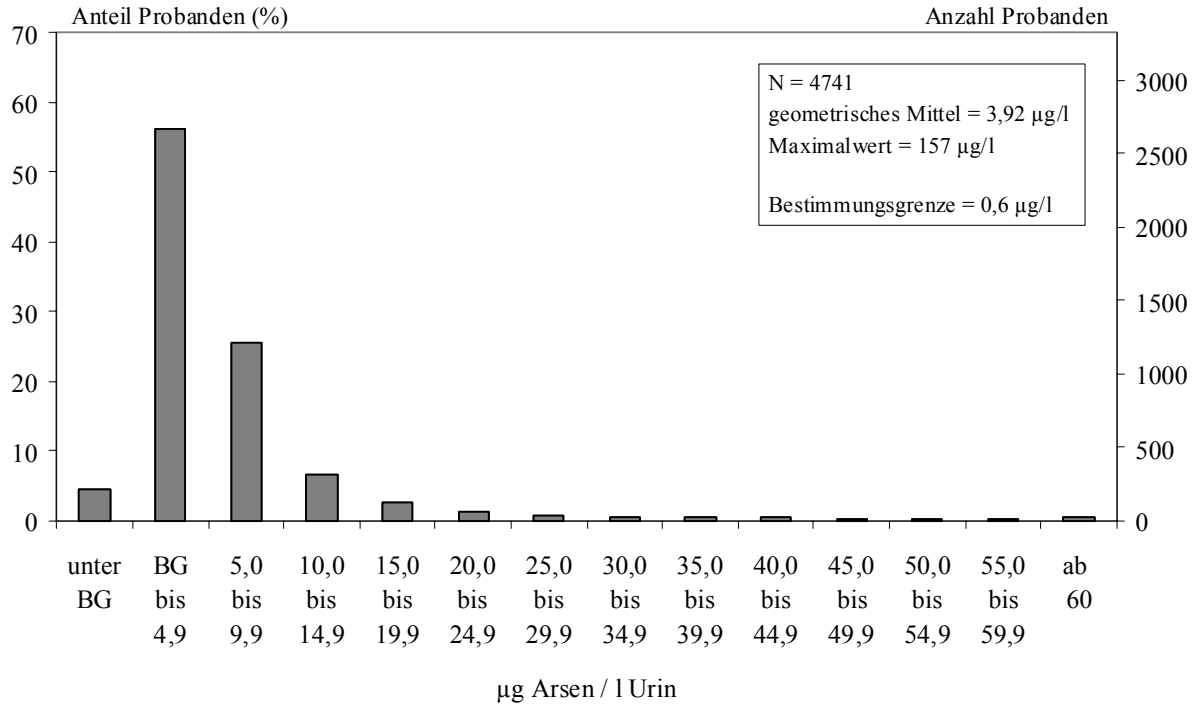

Abb. 9.5.1.1: Arsen im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

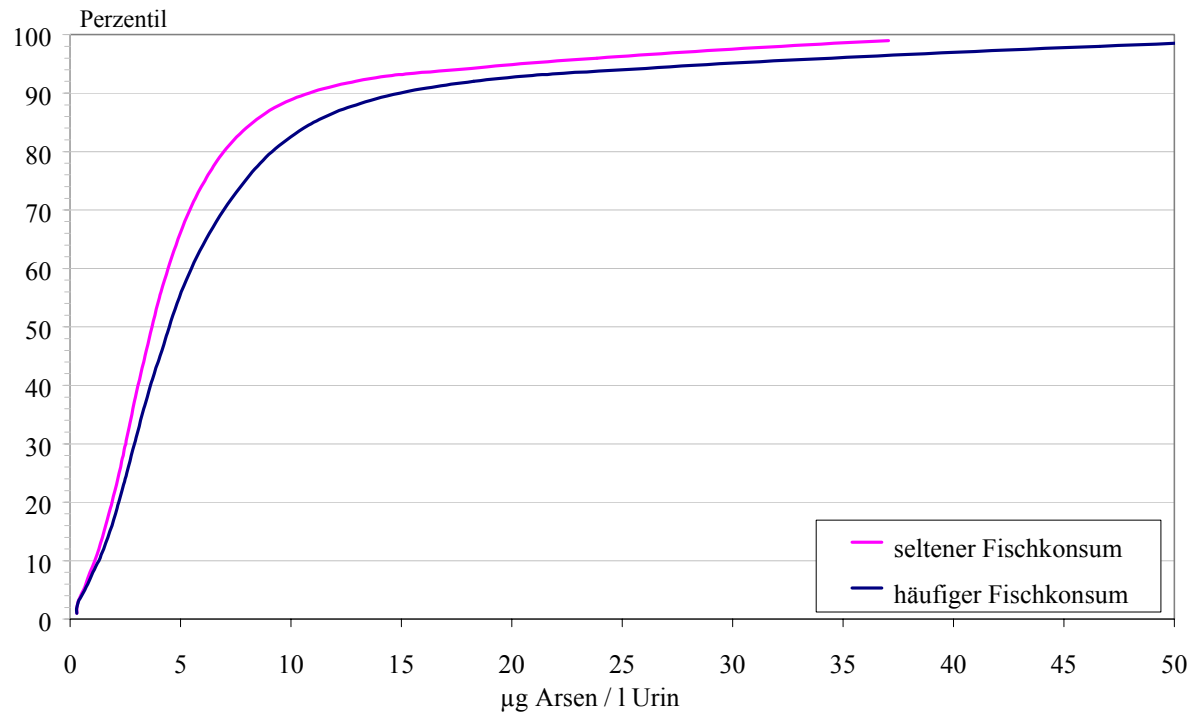

Abb. 9.5.1.2: Arsen im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

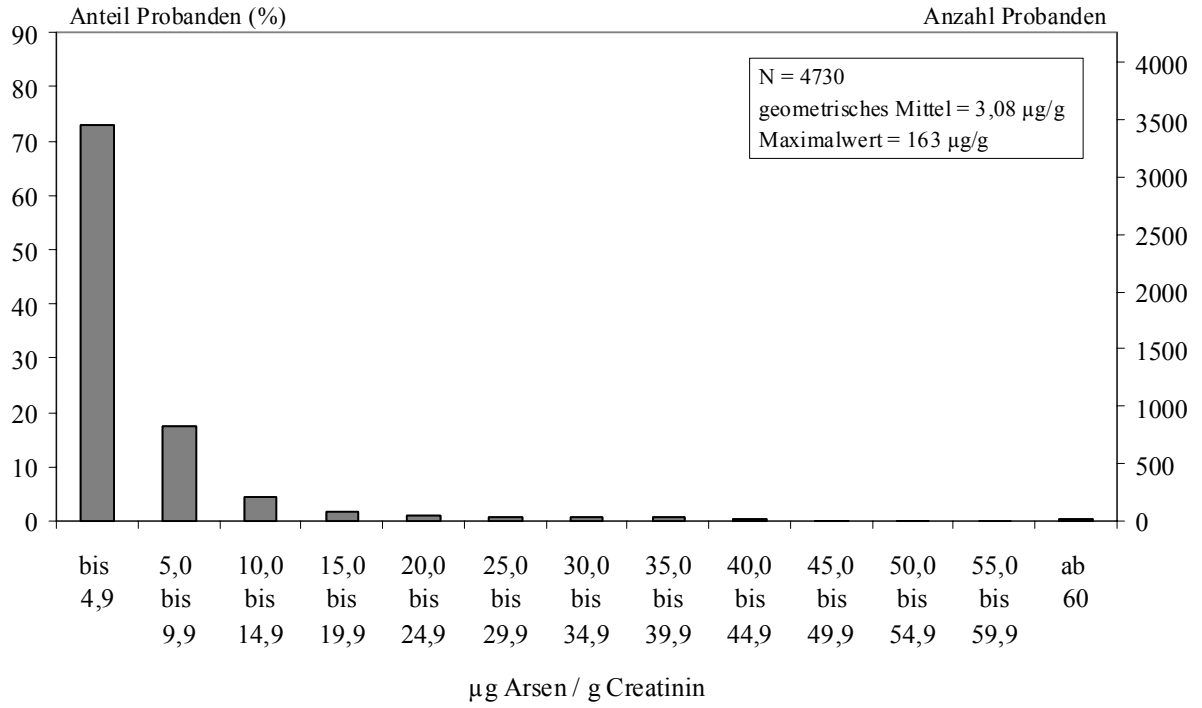

Abb. 9.5.1.3: Arsen pro Creatinin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

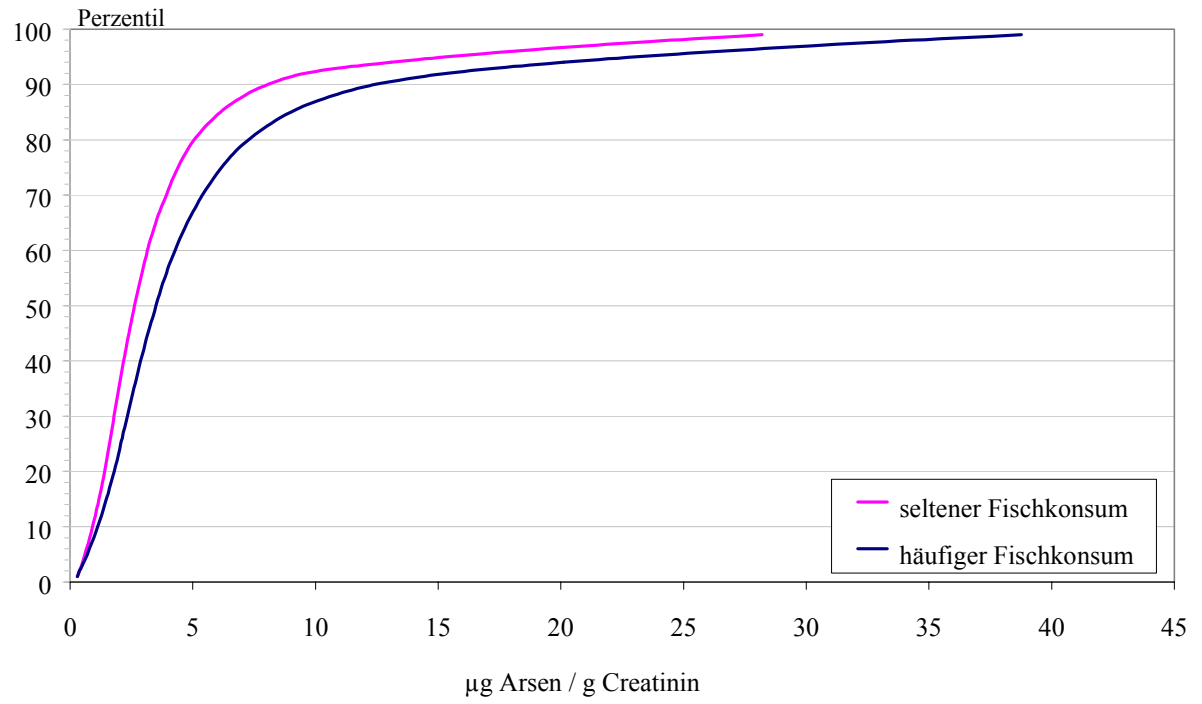

Abb. 9.5.1.4: Arsen pro Creatinin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

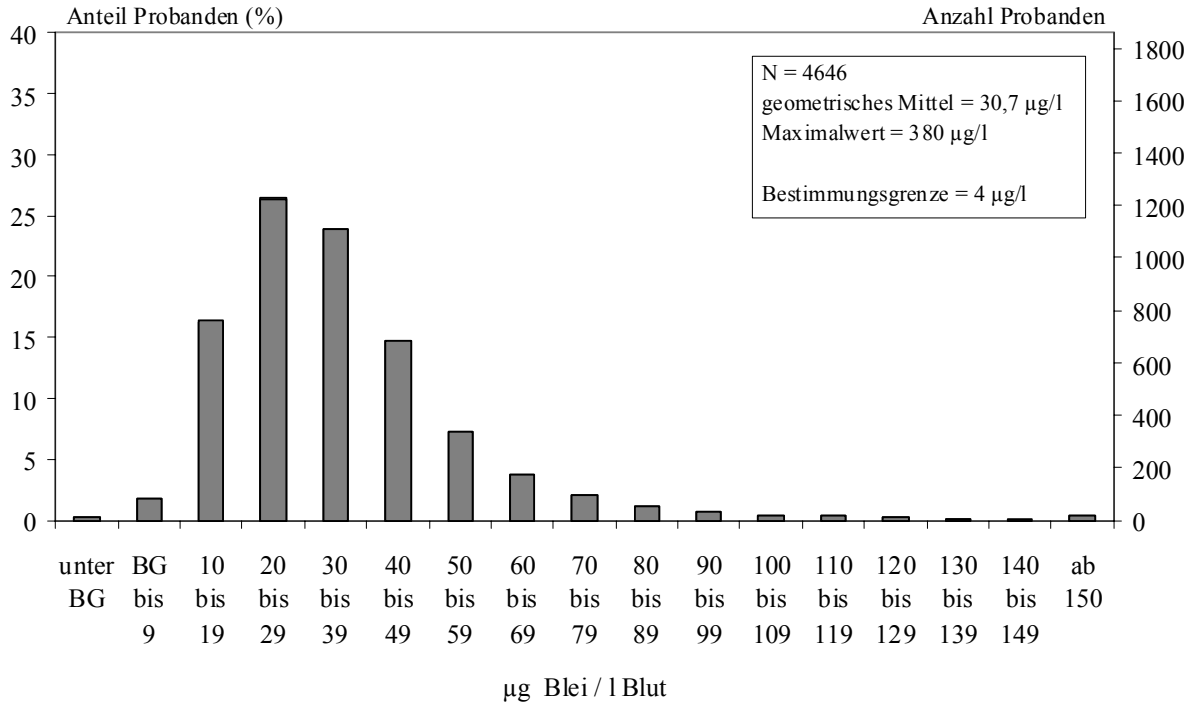

Abb. 9.5.1.5: Blei im Blut der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

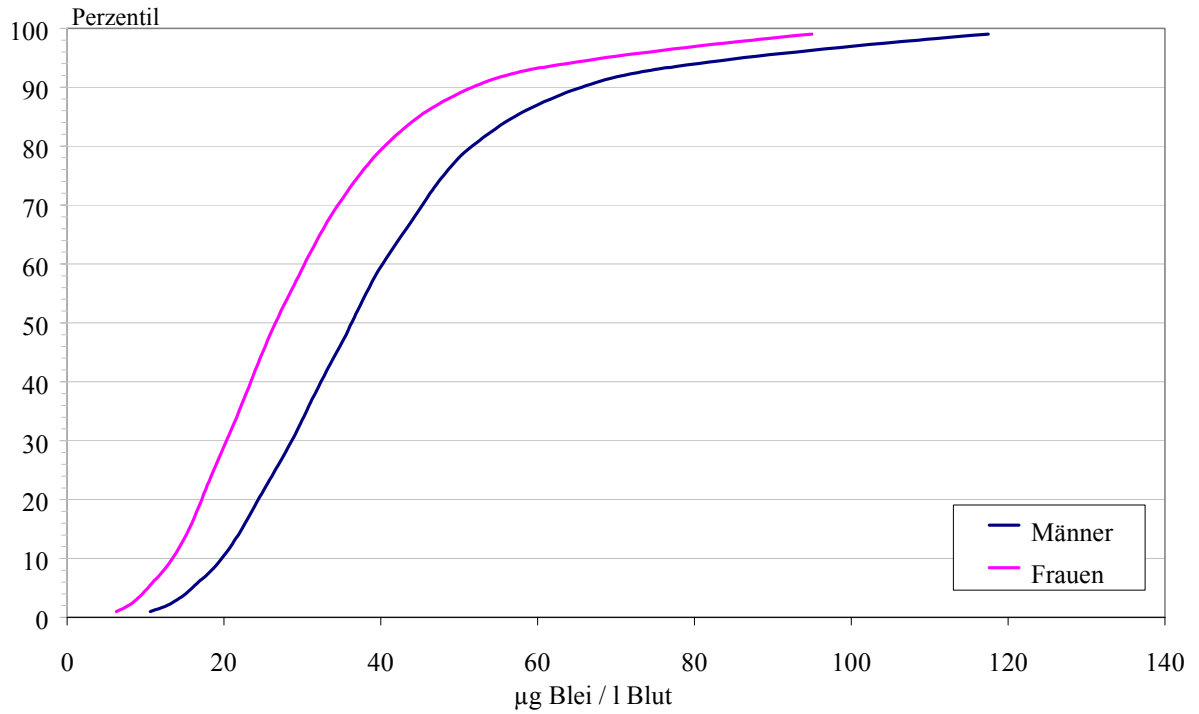

Abb. 9.5.1.6: Blei im Blut der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

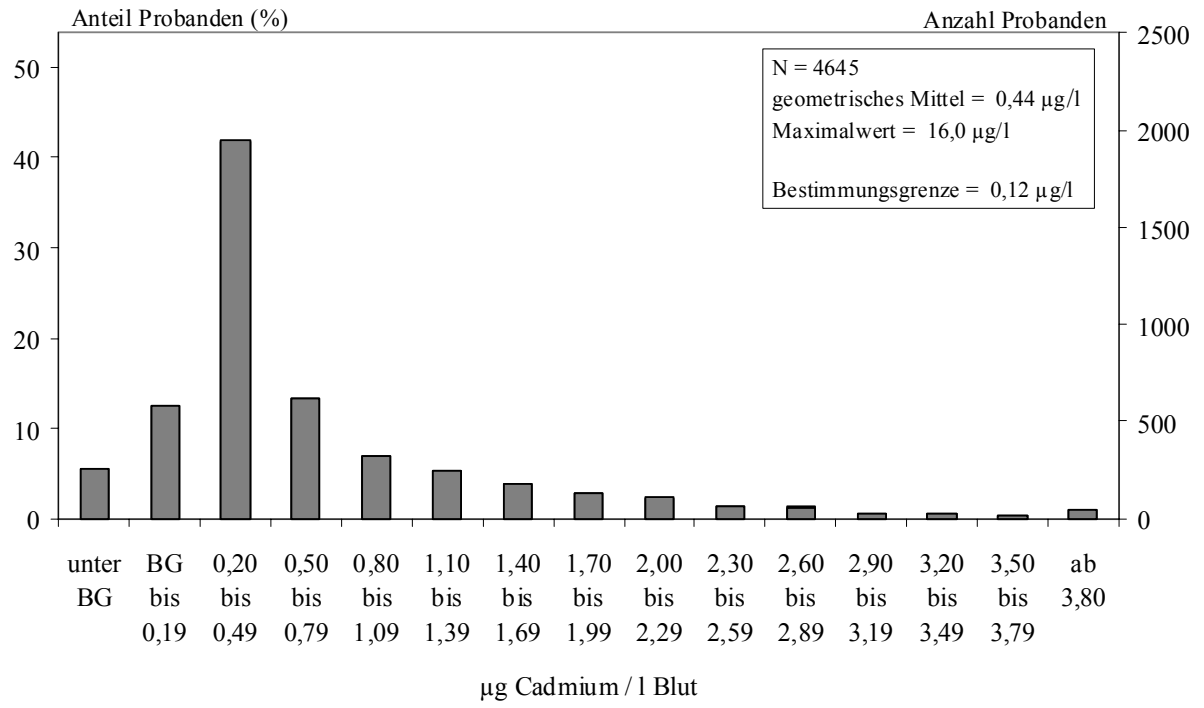

Abb. 9.5.1.7: Cadmium im Blut der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

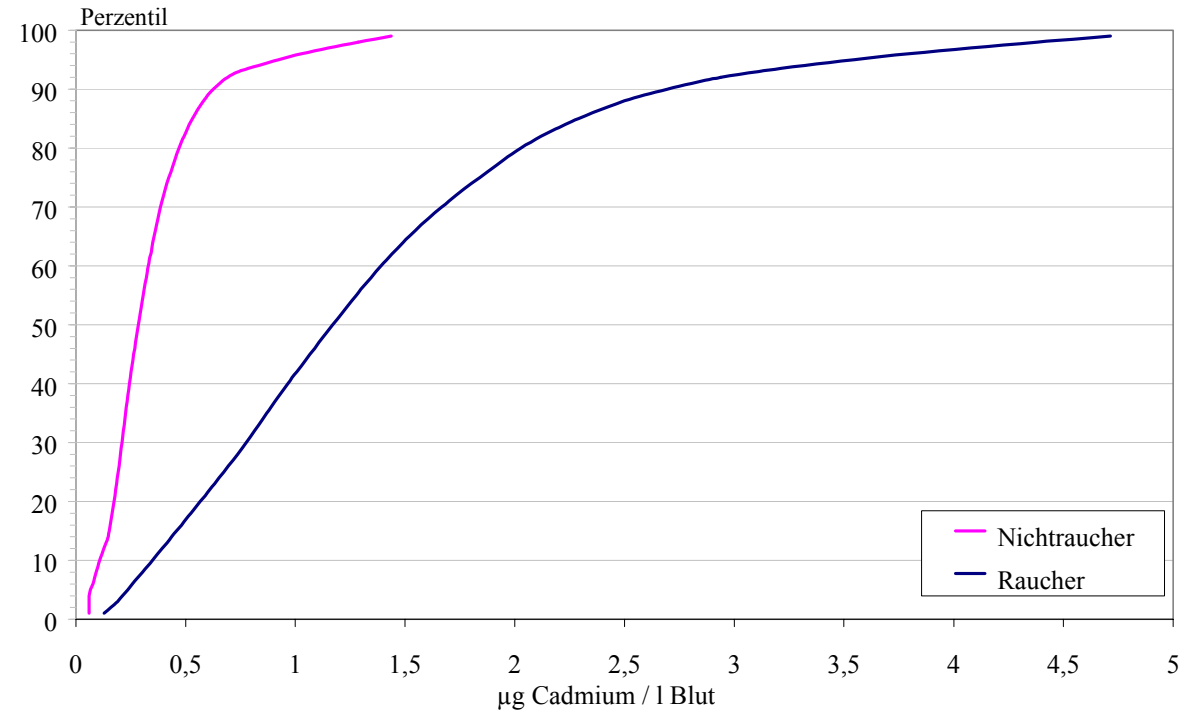

Abb. 9.5.1.8: Cadmium im Blut der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

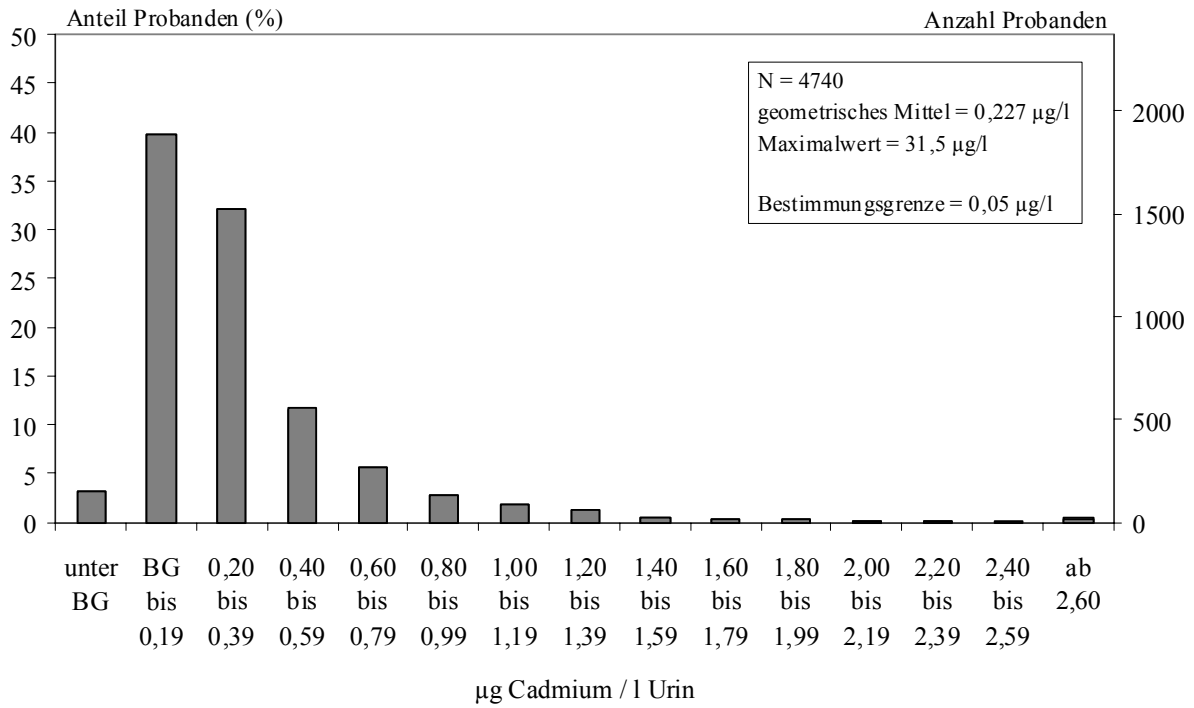

Abb. 9.5.1.9: Cadmium im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

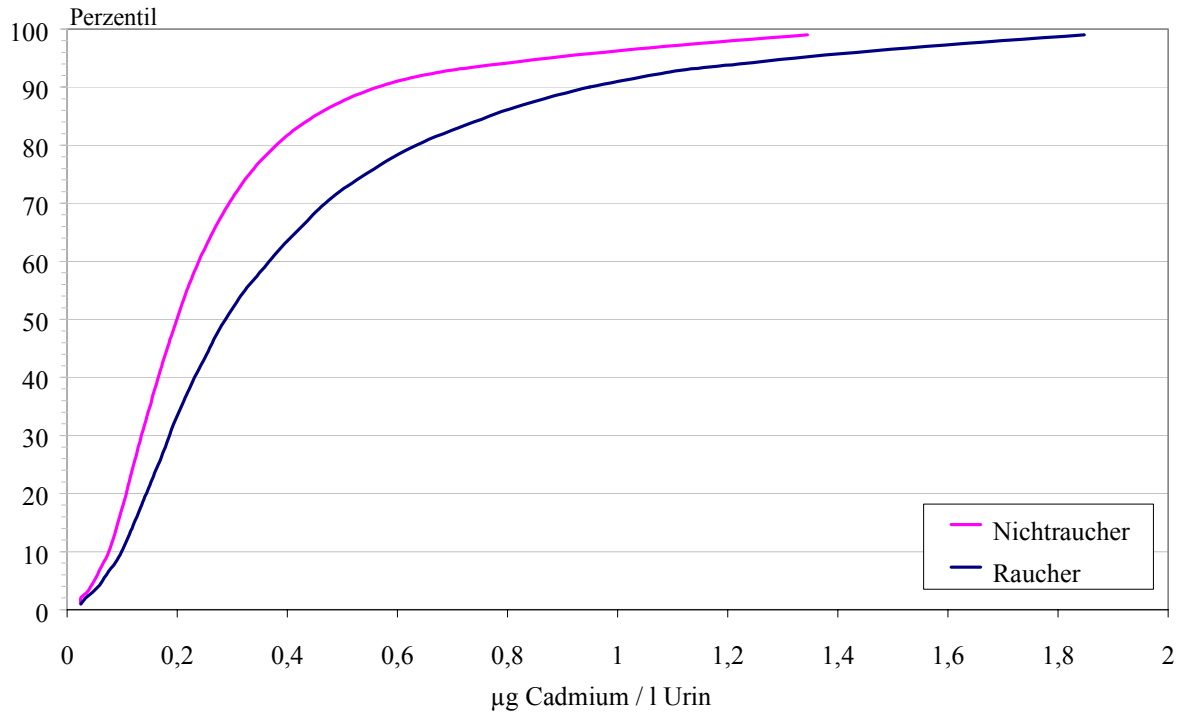

Abb. 9.5.1.10: Cadmium im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

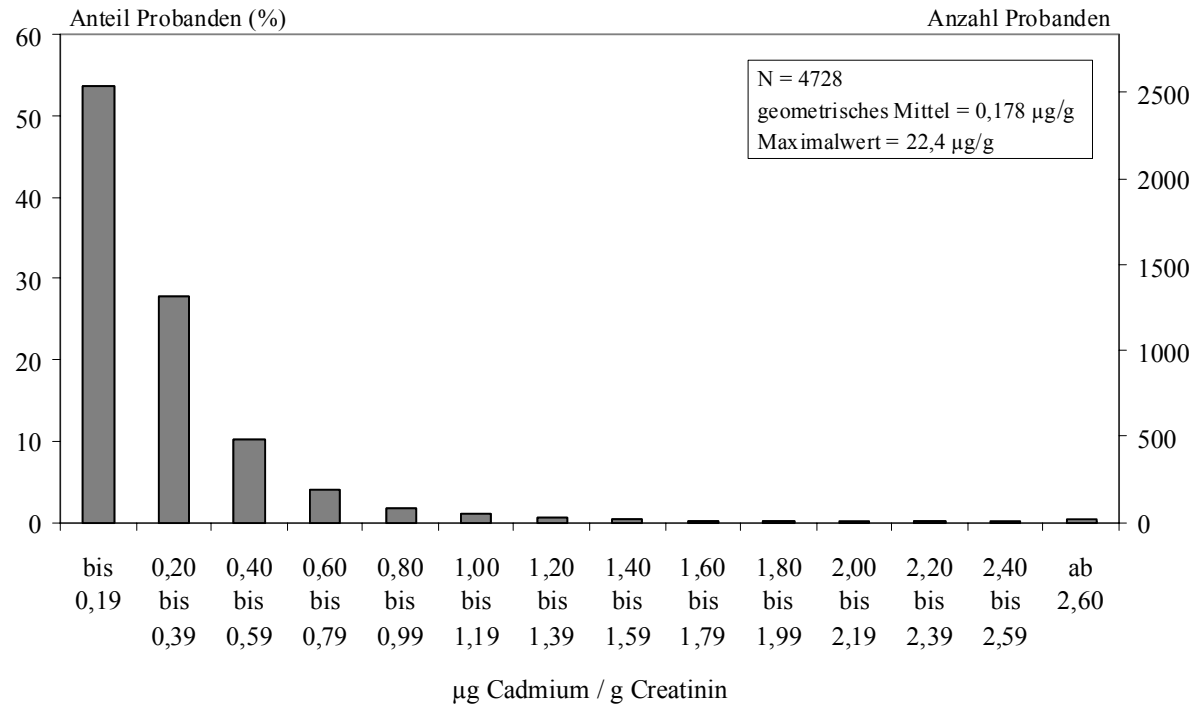

Abb. 9.5.1.11: Cadmium pro Creatinin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

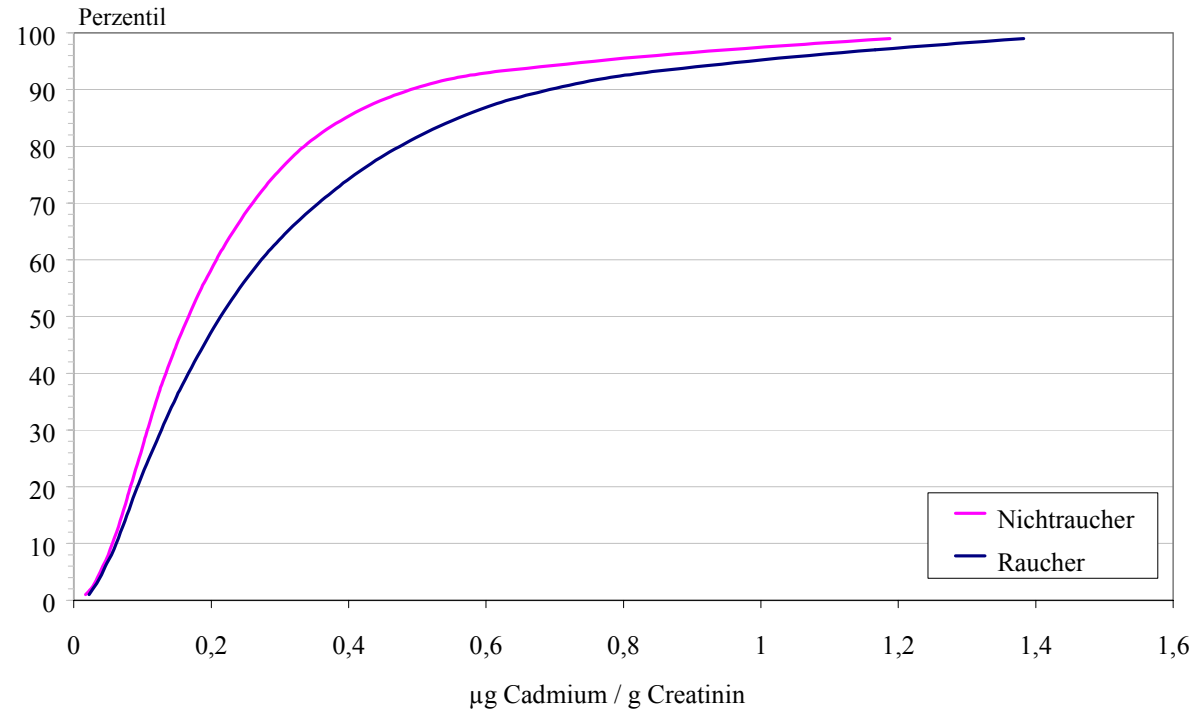

Abb. 9.5.1.12: Cadmium pro Creatinin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

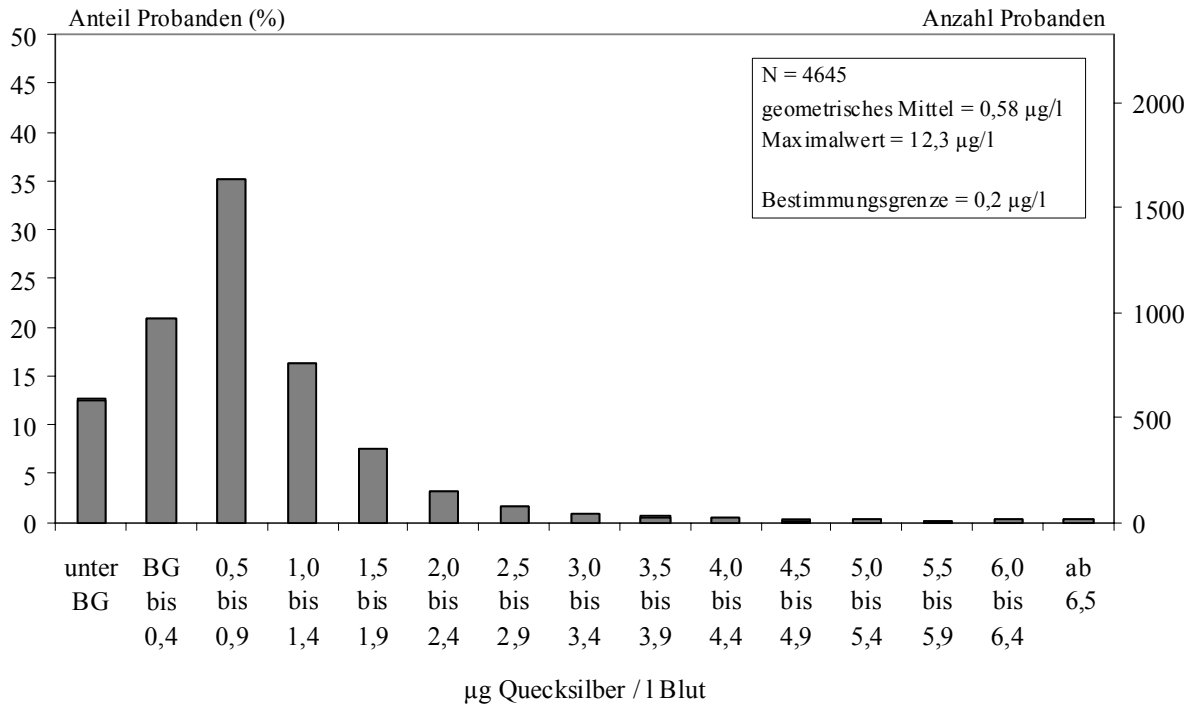

Abb. 9.5.1.13: Quecksilber im Blut der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

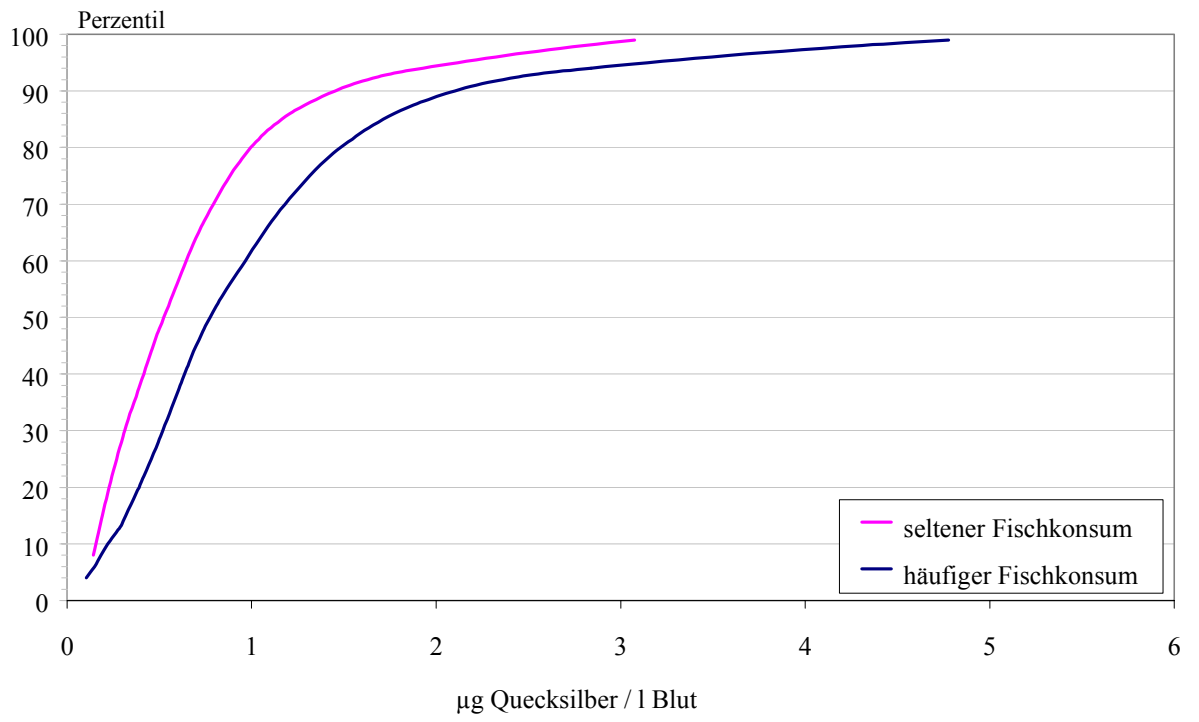

Abb. 9.5.1.14: Quecksilber im Blut der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

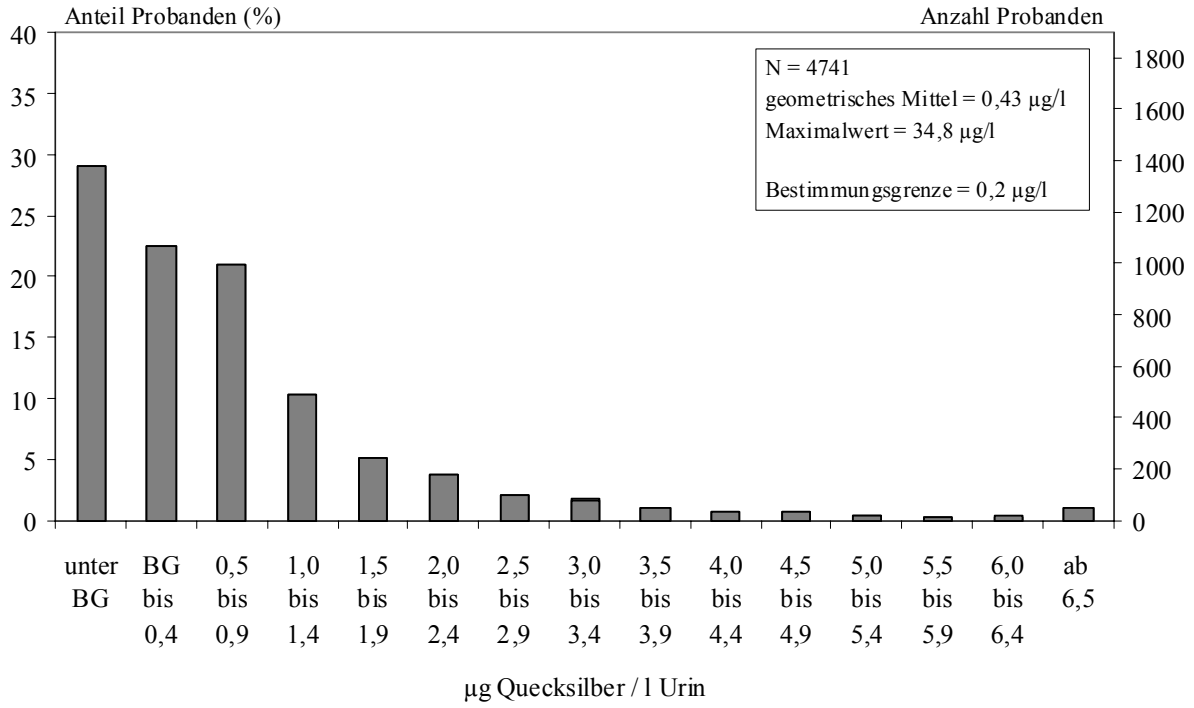

Abb. 9.5.1.15: Quecksilber im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm

Quelle: UBA, Umwelt-Survey1998

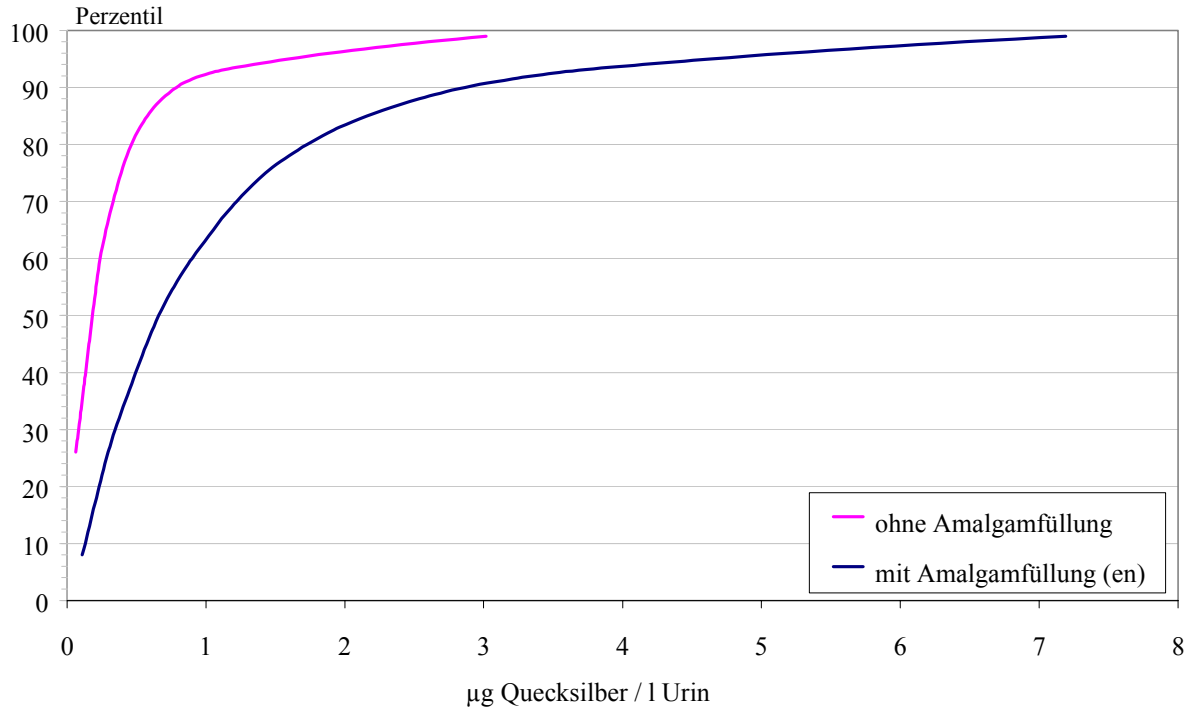

Abb. 9.5.1.16: Quecksilber im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

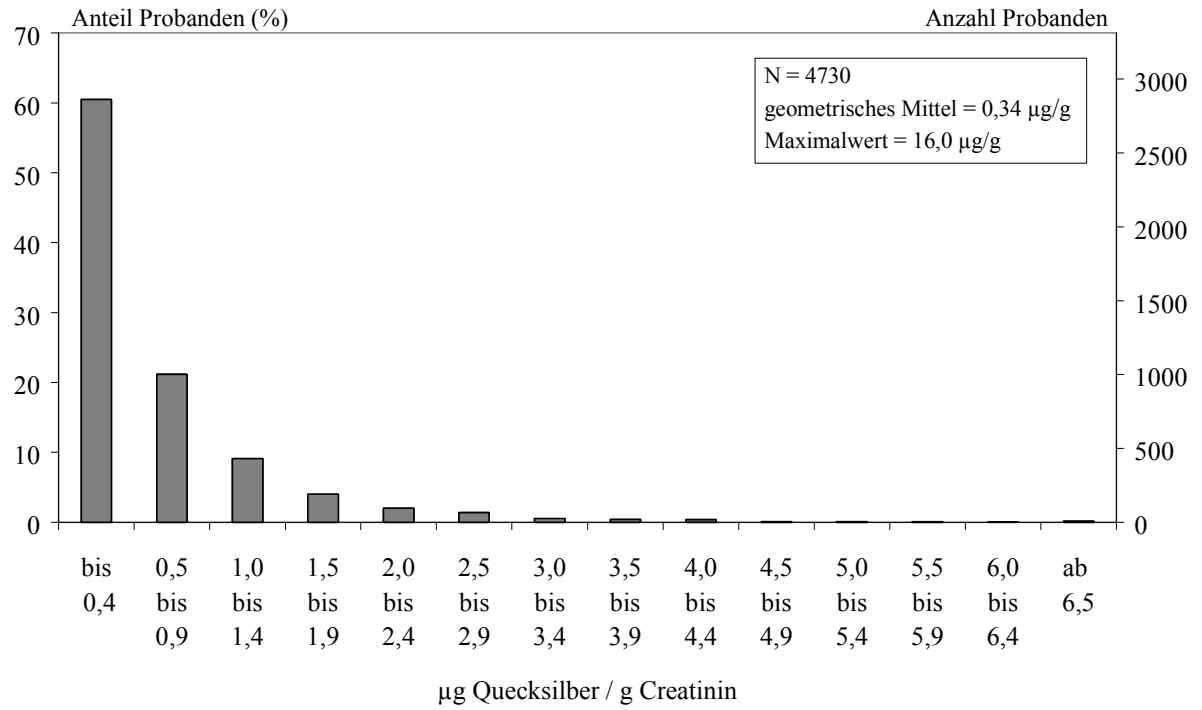

Abb. 9.5.1.17: Quecksilber pro Creatinin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

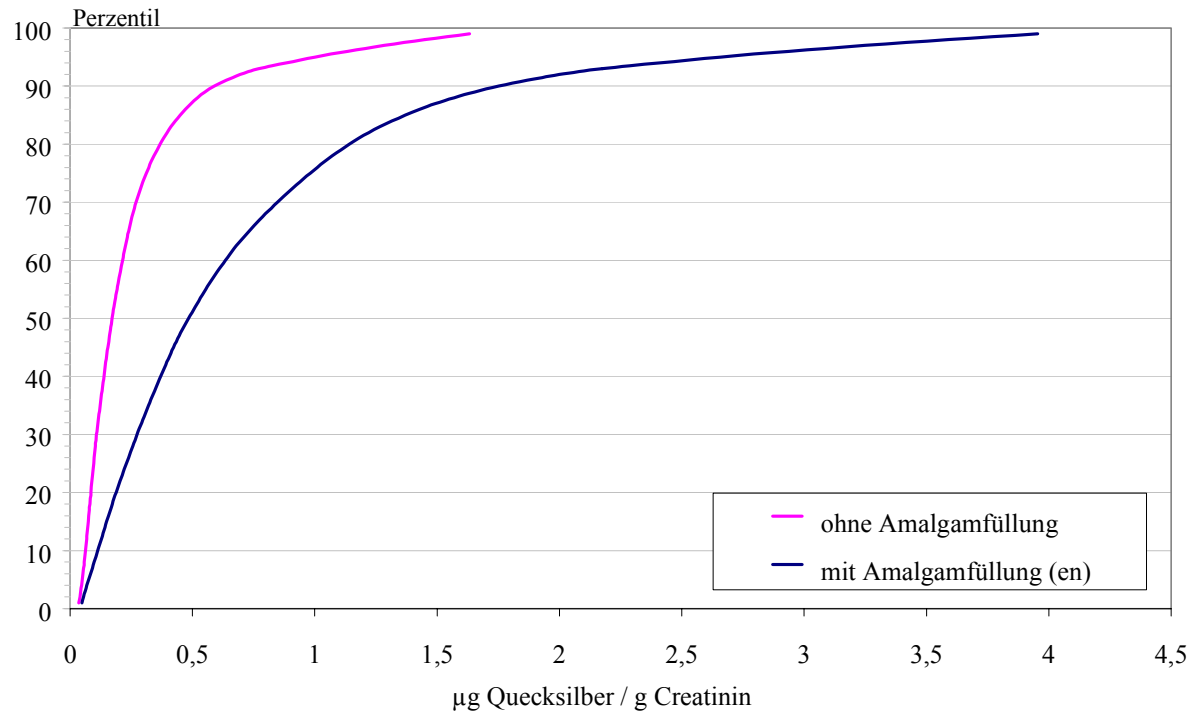

Abb. 9.5.1.18: Quecksilber pro Creatinin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

9.5.2 Organochlorverbindungen im Blut

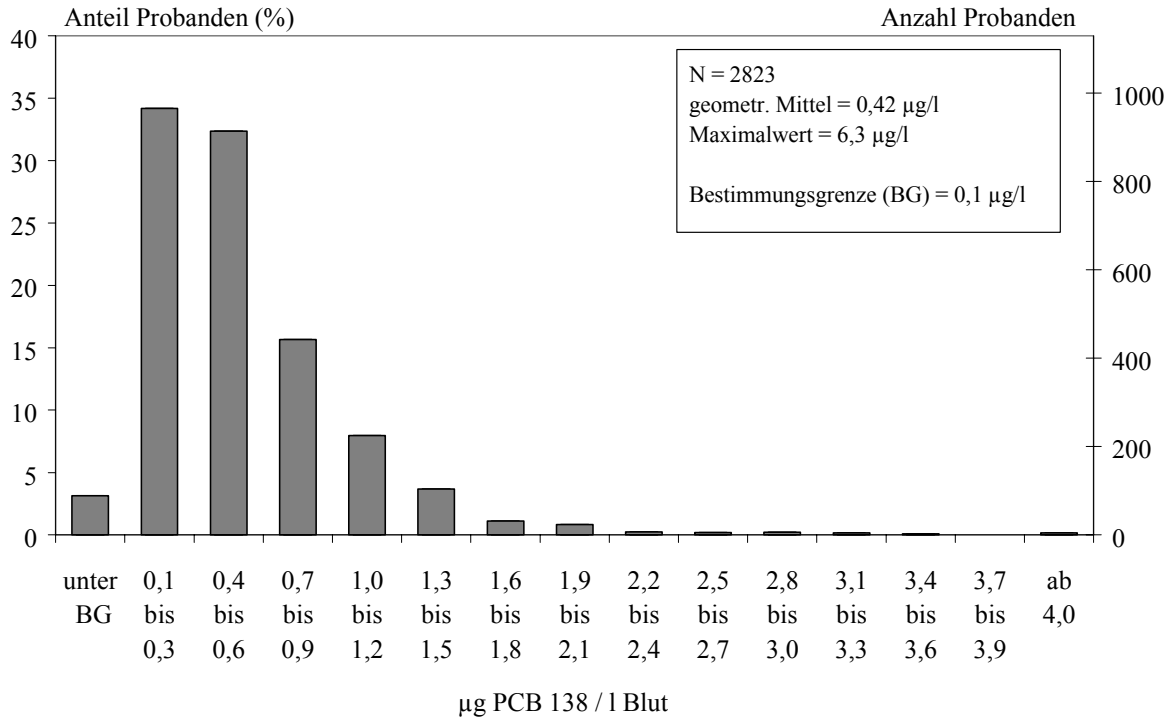

Abb. 9.5.2.1: PCB 138 im Blut der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

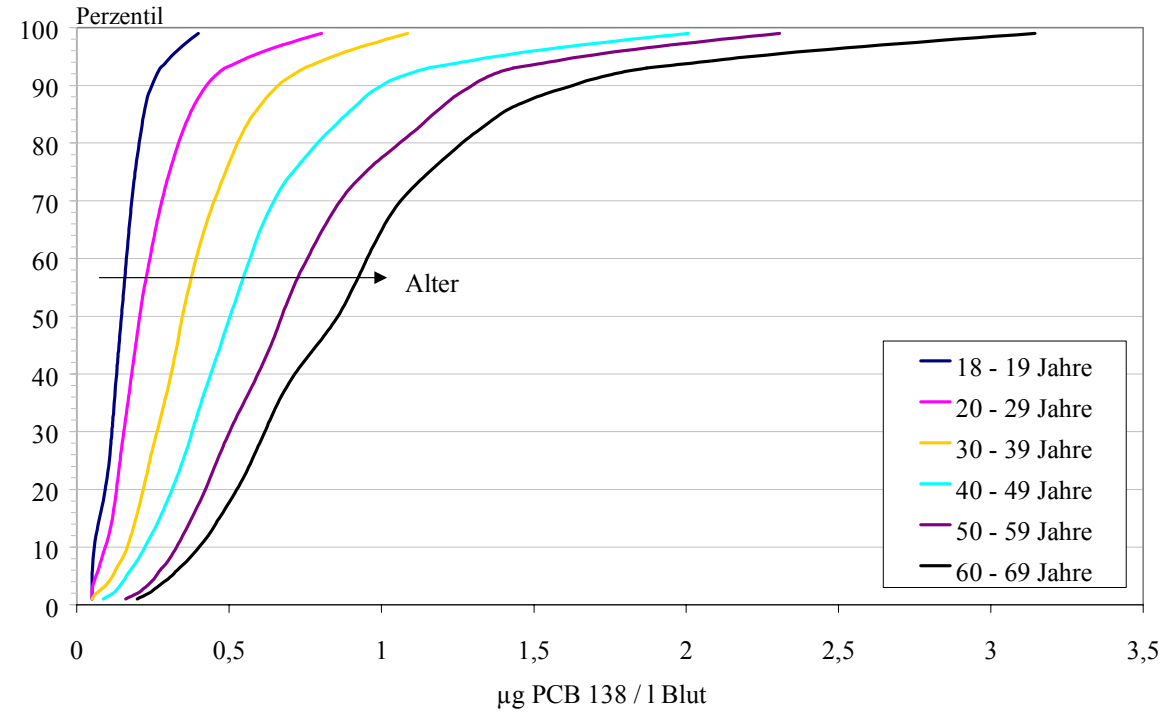

Abb. 9.5.2.2: PCB 138 im Blut der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

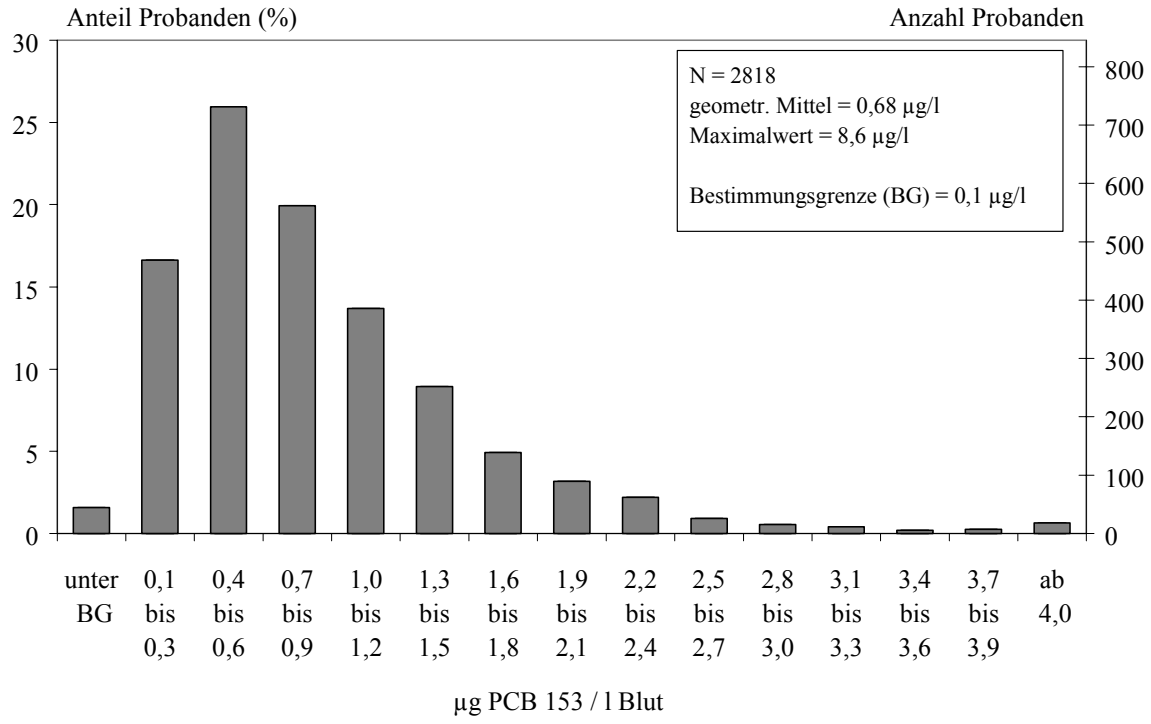

Abb. 9.5.2.3: PCB 153 im Blut der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

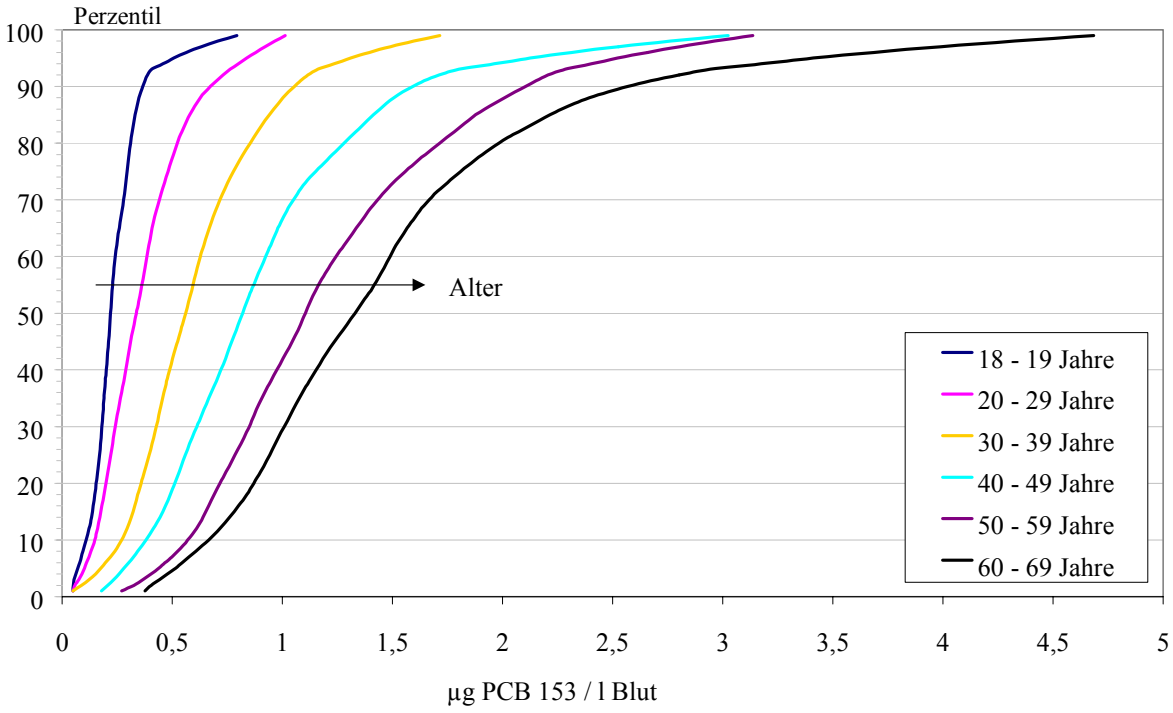

Abb. 9.5.2.4: PCB 153 im Blut der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland - Perzentilfunktion

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

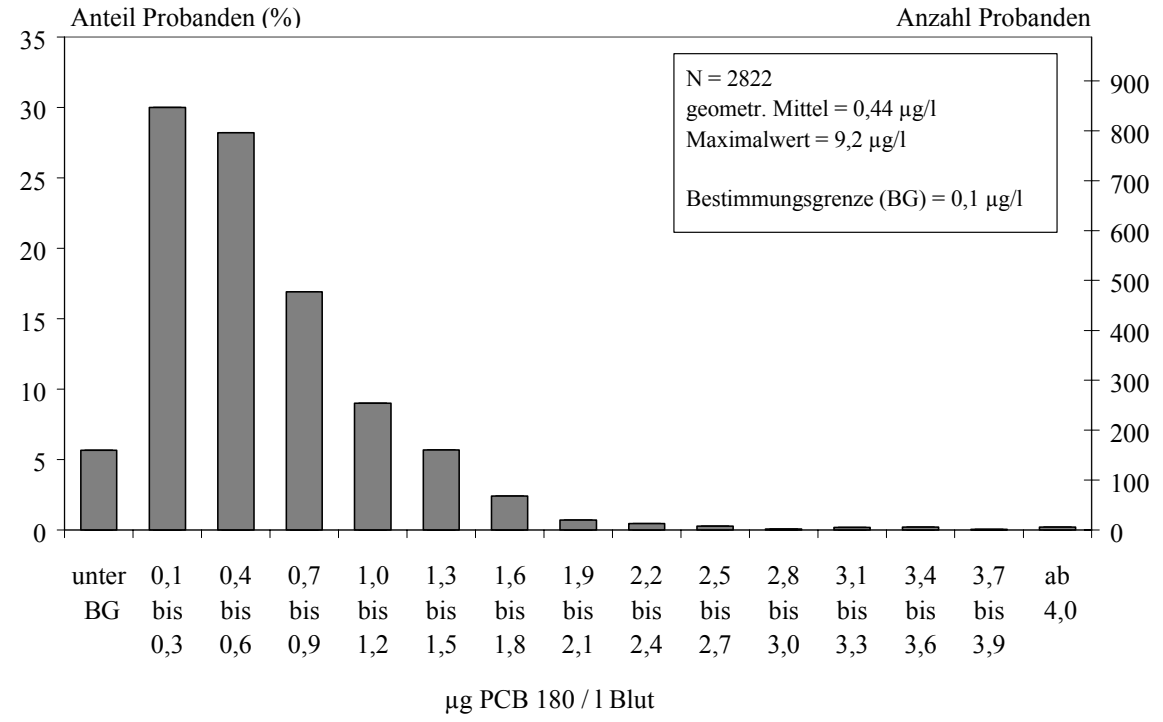

Abb. 9.5.2.5: PCB 180 im Blut der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

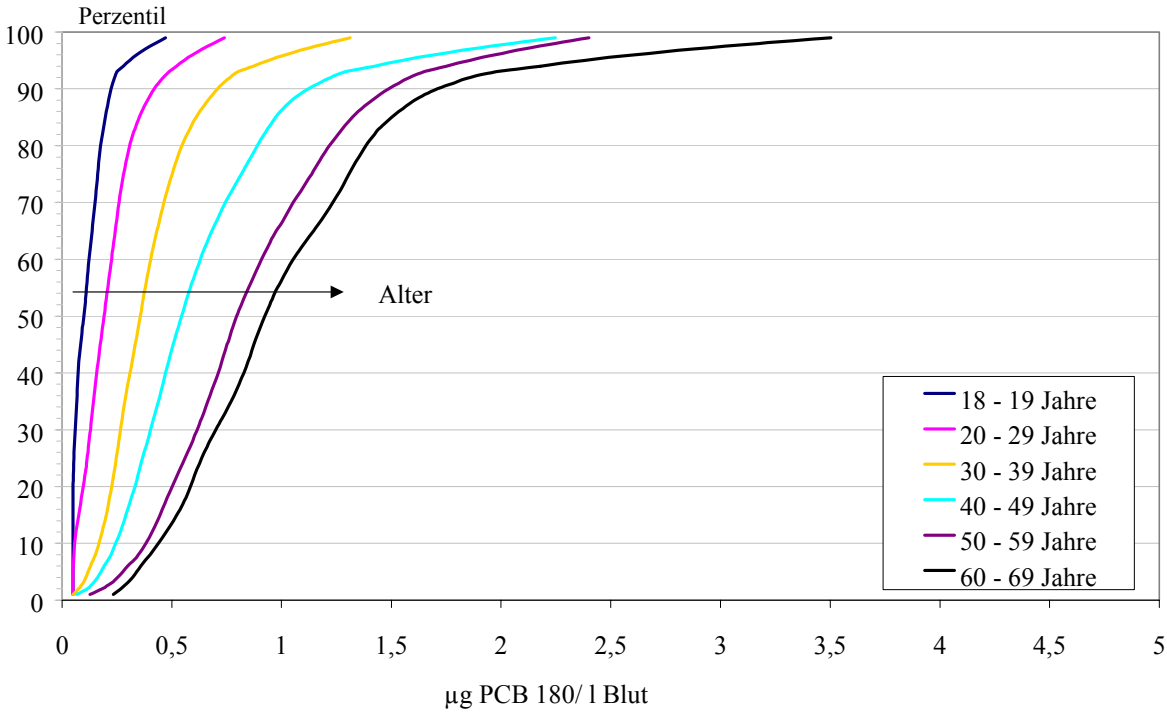

Abb. 9.5.2.6: PCB 180 im Blut der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland - Perzentilfunktion

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

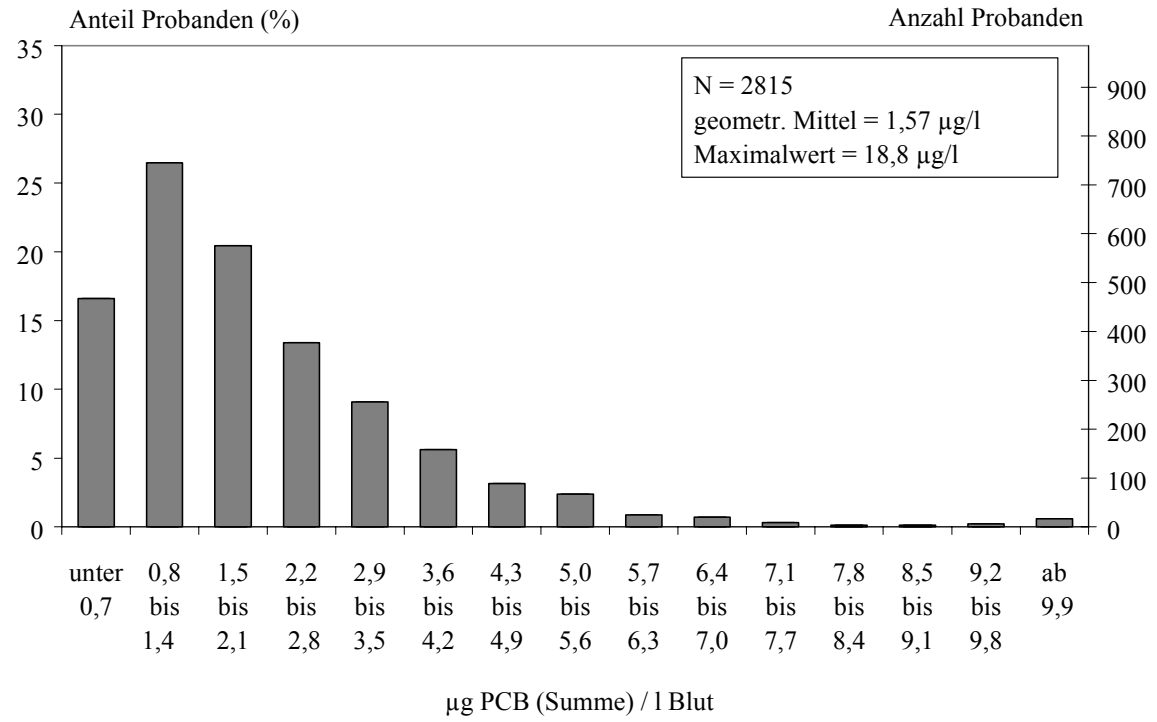

Abb. 9.5.2.7: PCB (Summe) im Blut der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

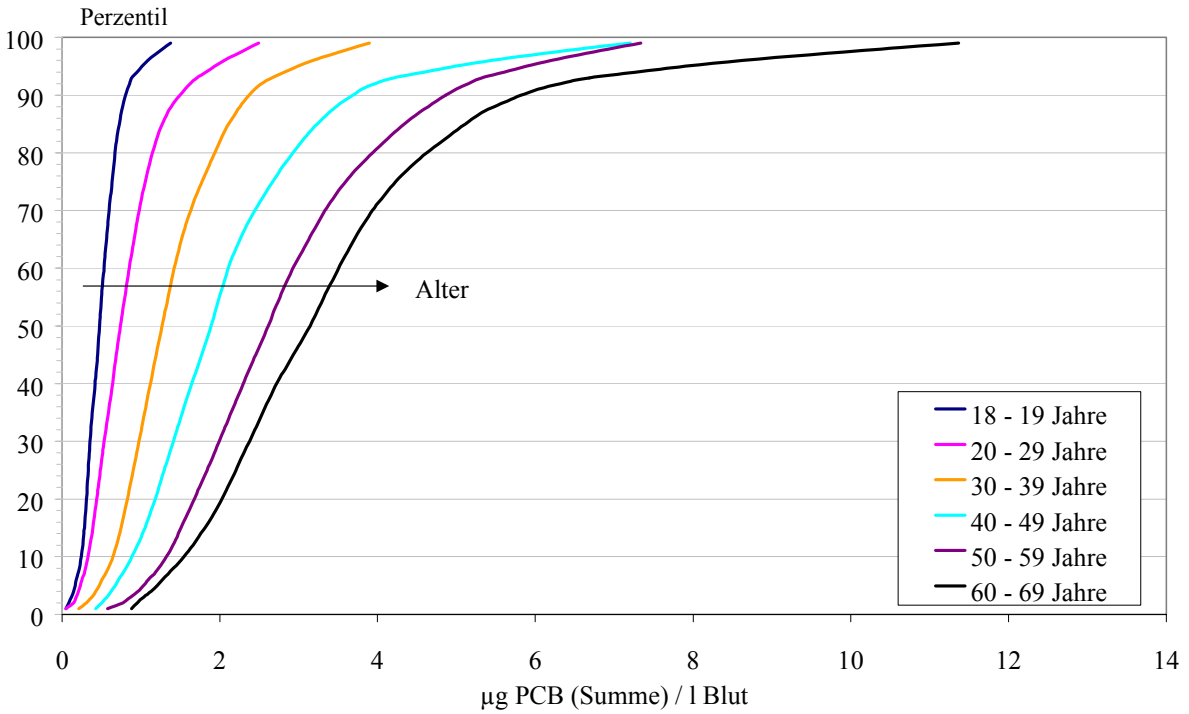

Abb. 9.5.2.8: PCB (Summe) im Blut der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

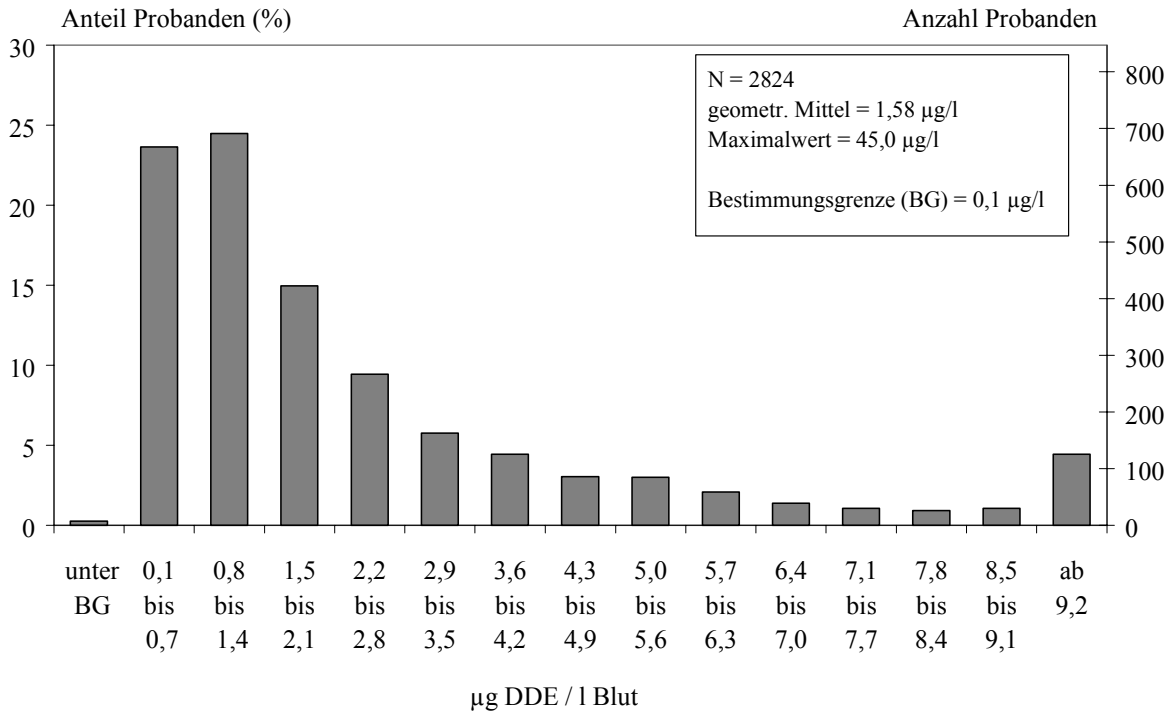

Abb. 9.5.2.9: DDE im Blut der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

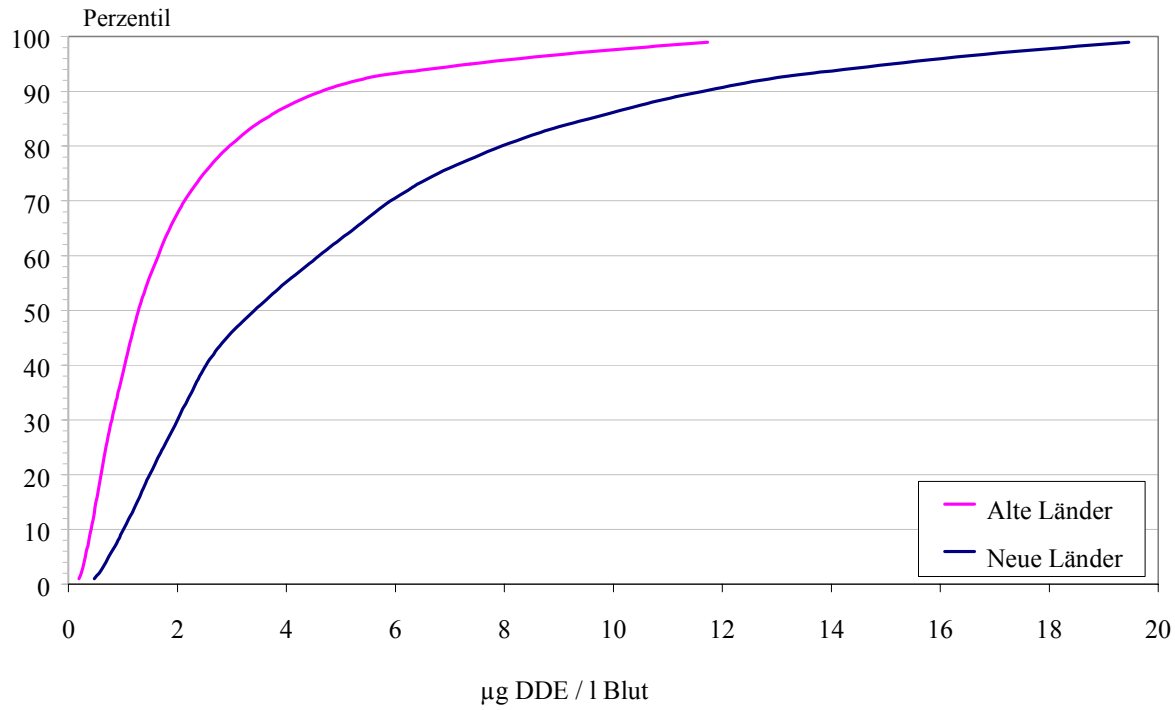

Abb. 9.5.2.10: DDE im Blut der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

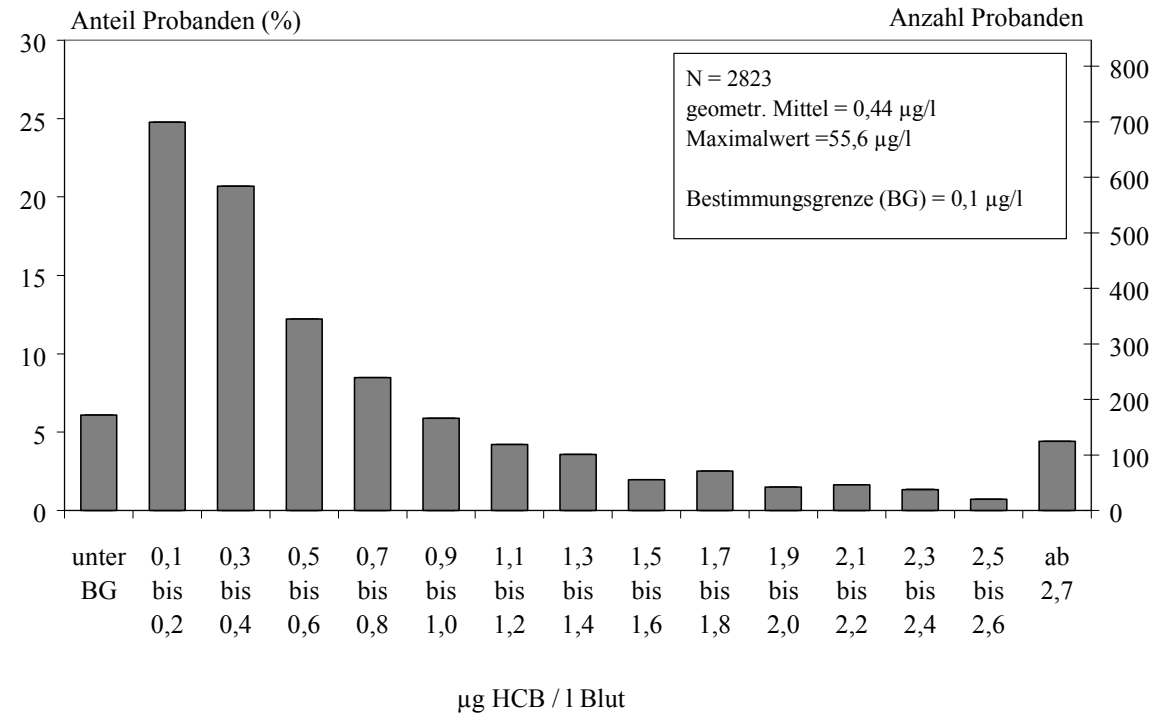

Abb. 9.5.2.11: HCB im Blut der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

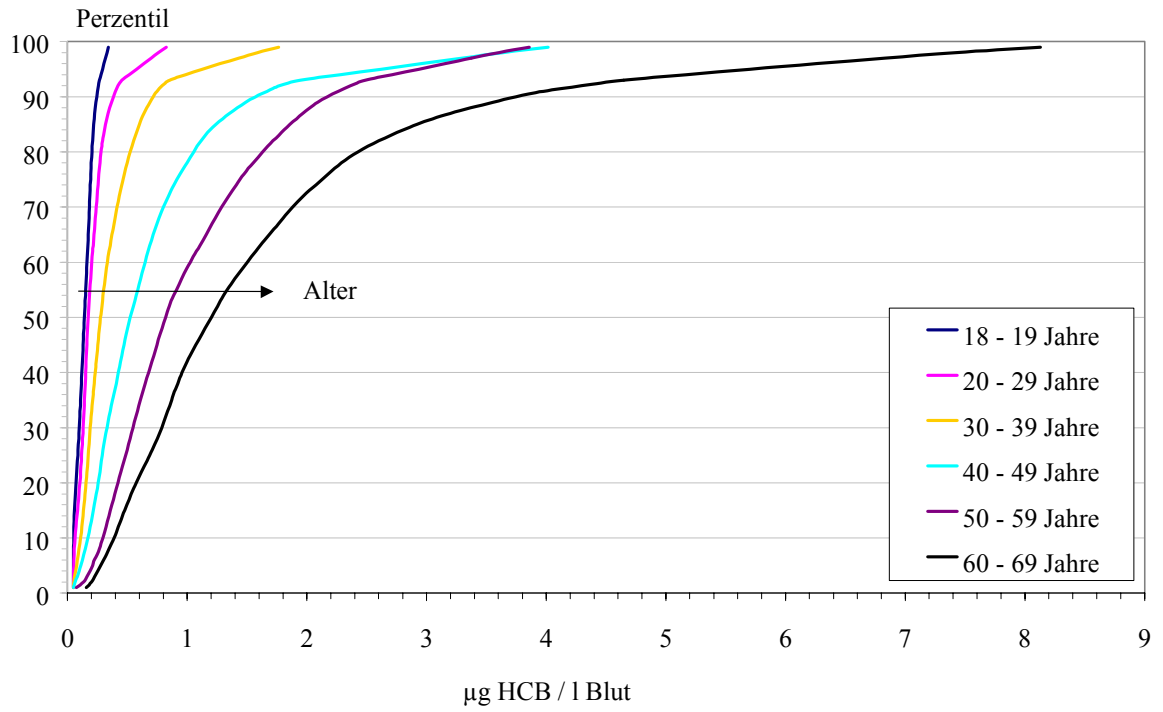

Abb. 9.5.2.12: HCB im Blut der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland - Perzentilfunktion

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

9.5.3 Metaboliten der PAK im Urin

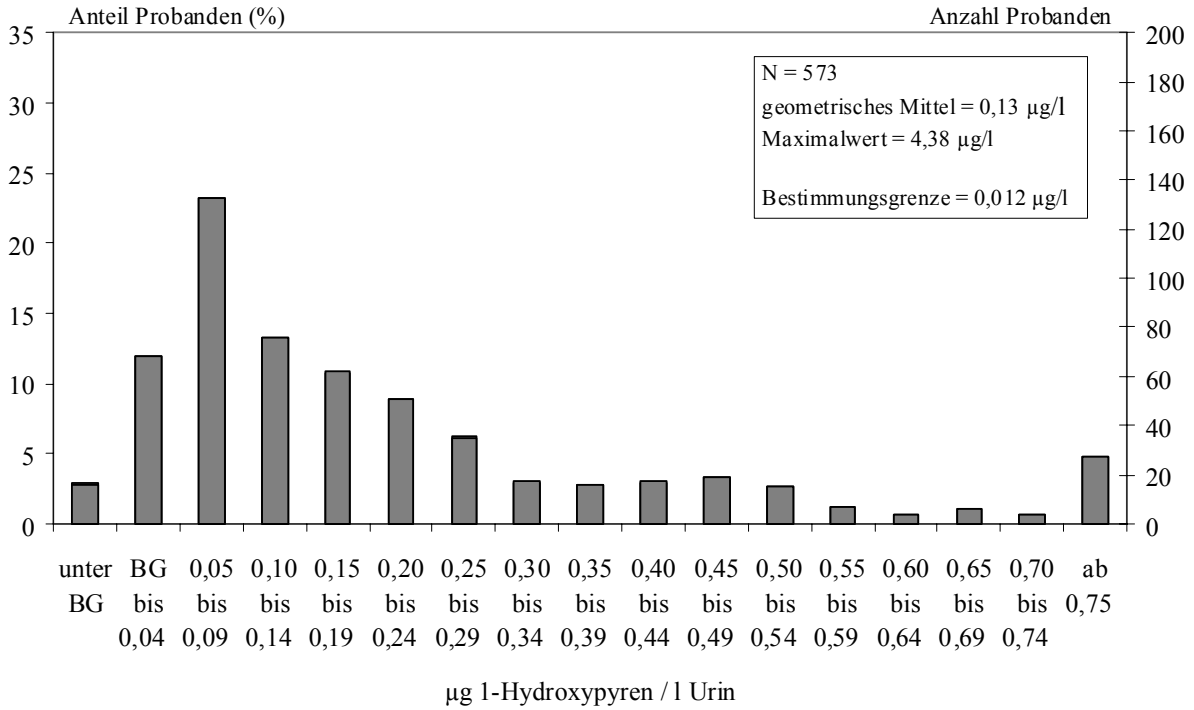

Abb. 9.5.3.1: 1-Hydroxypyren im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

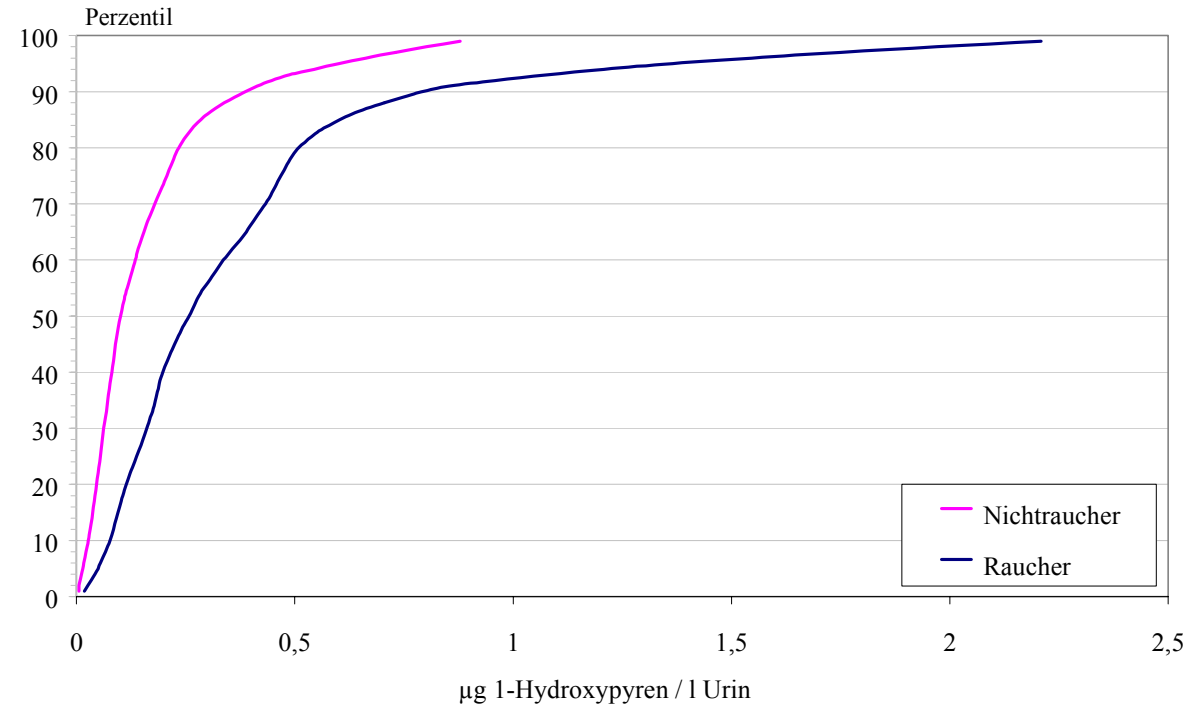

Abb. 9.5.3.2: 1-Hydroxypyren im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

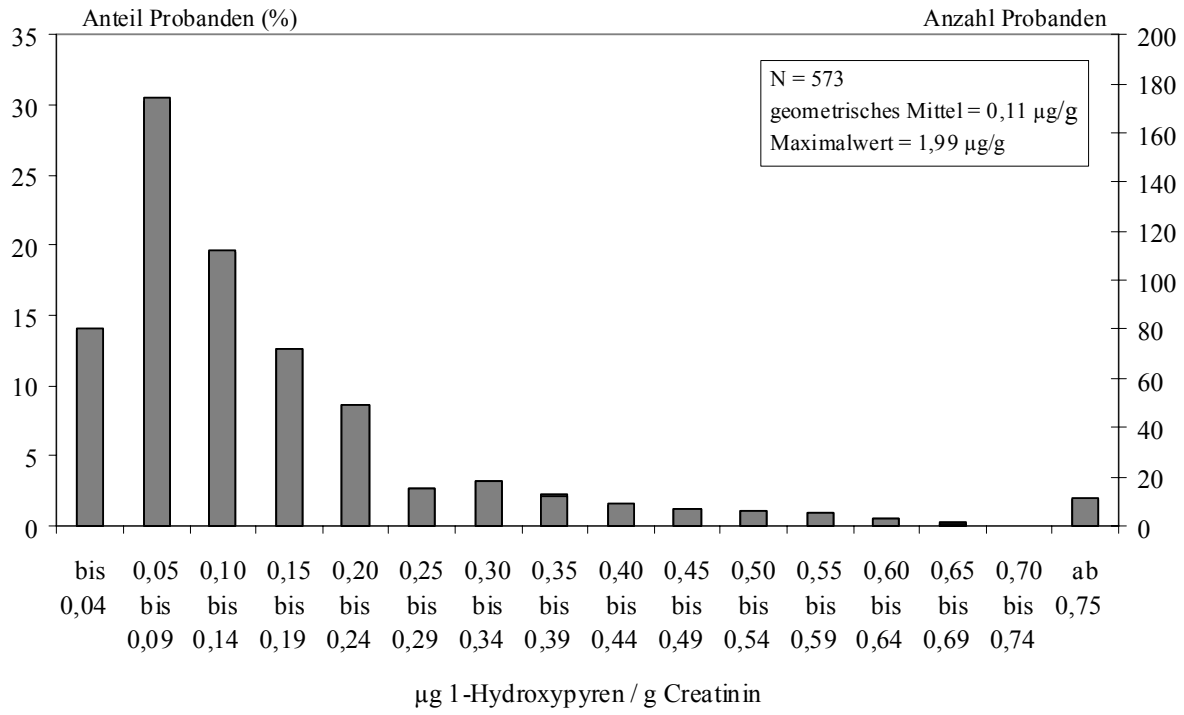

Abb. 9.5.3.3: 1-Hydroxypyren pro Creatinin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

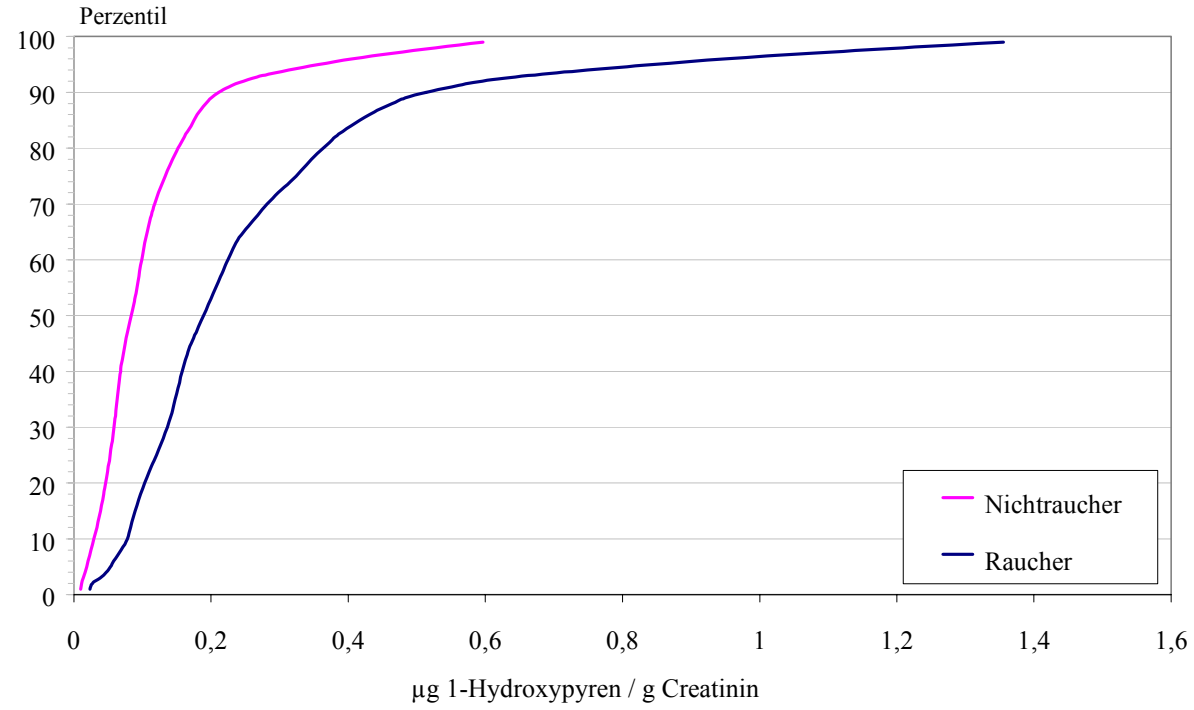

Abb. 9.5.3.4: 1-Hydroxypyren pro Creatinin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

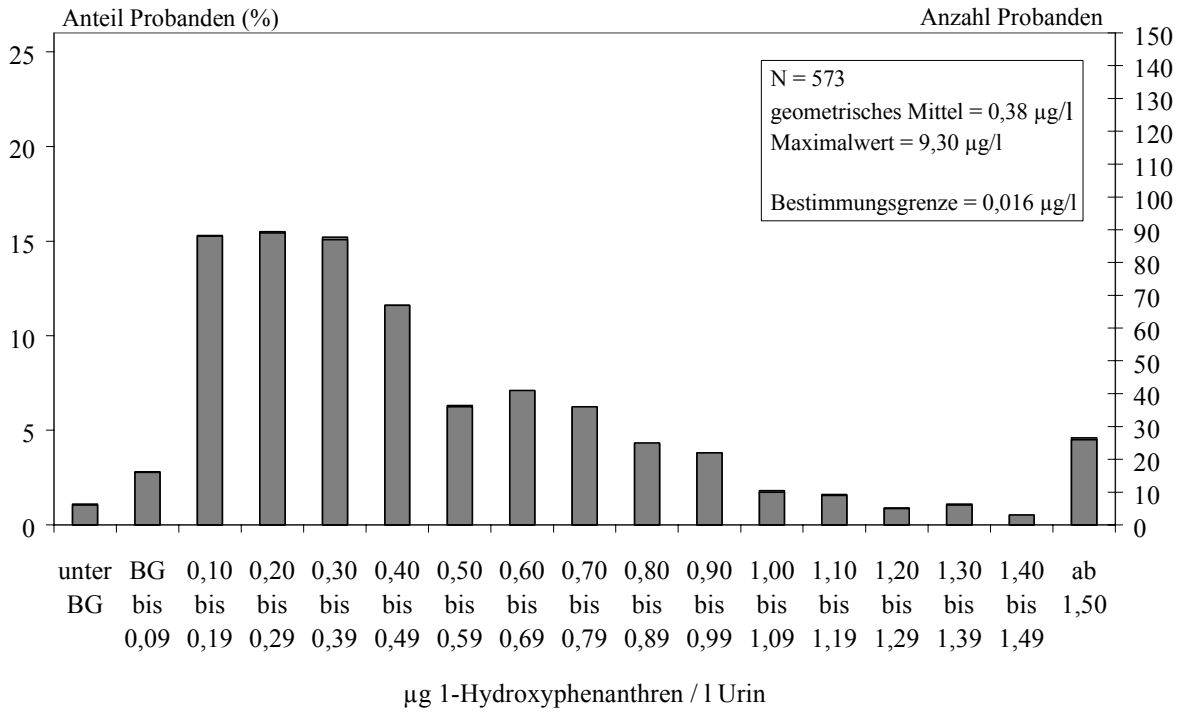

Abb. 9.5.3.5: 1-Hydroxyphenanthren im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

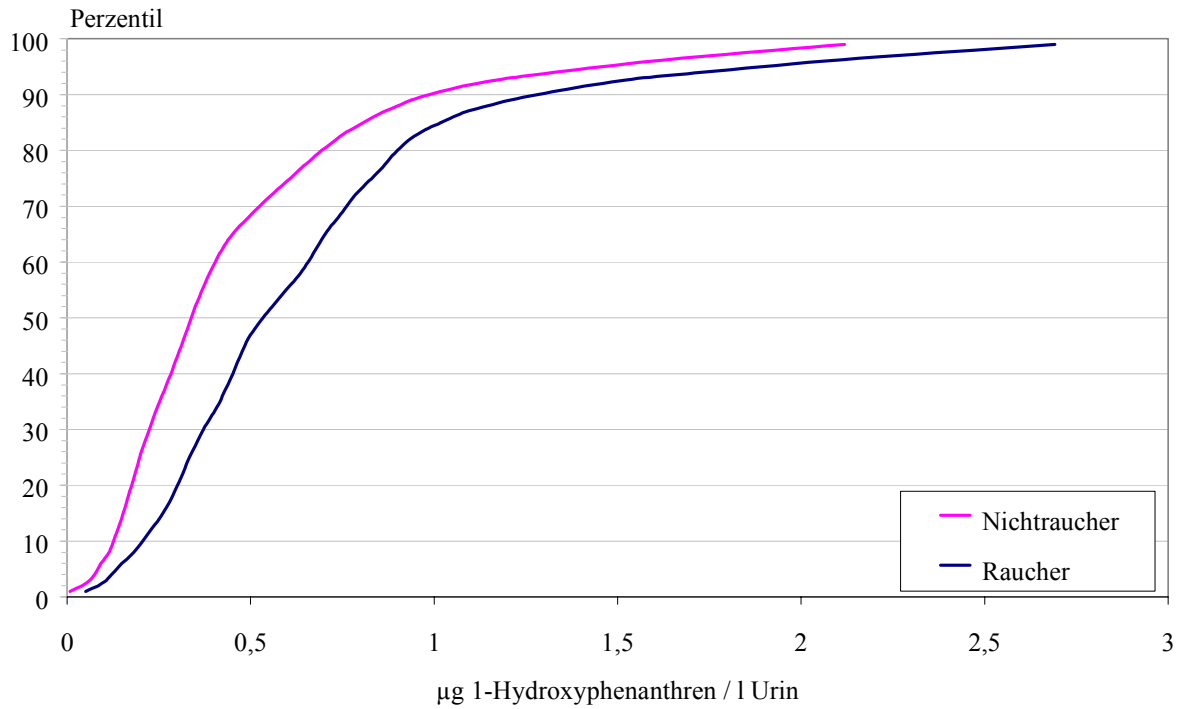

Abb. 9.5.3.6: 1-Hydroxyphenanthren im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

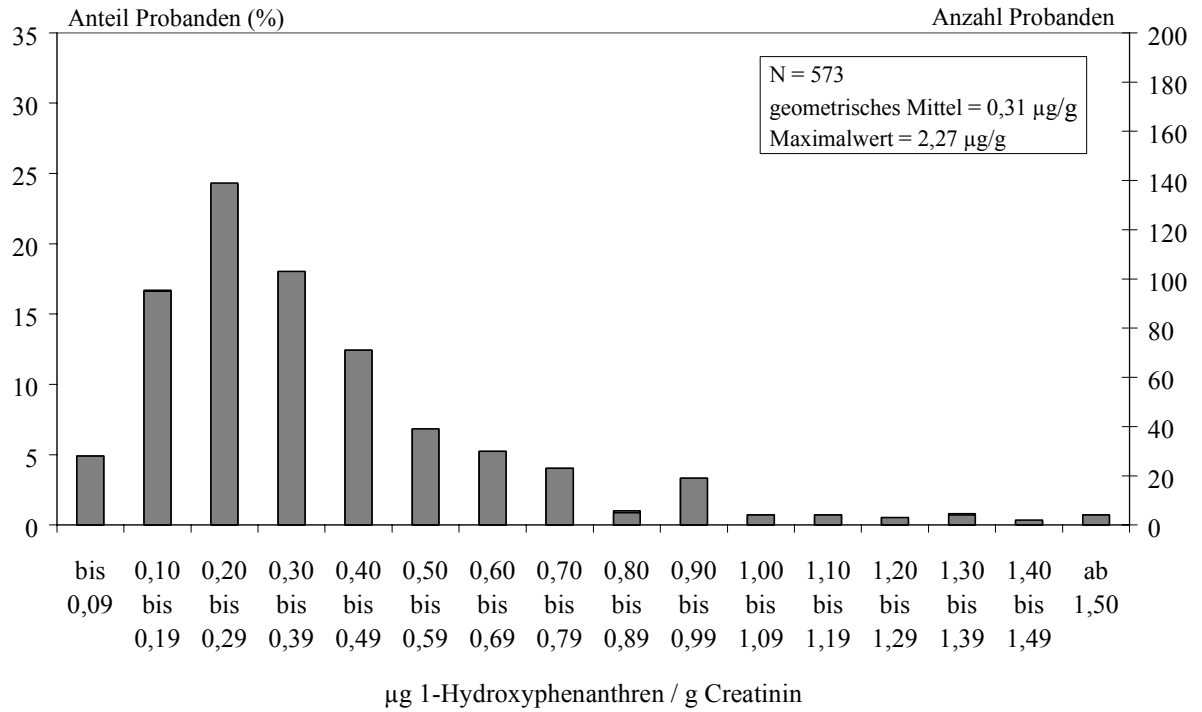

Abb. 9.5.3.7: 1-Hydroxyphenanthren pro Creatinin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

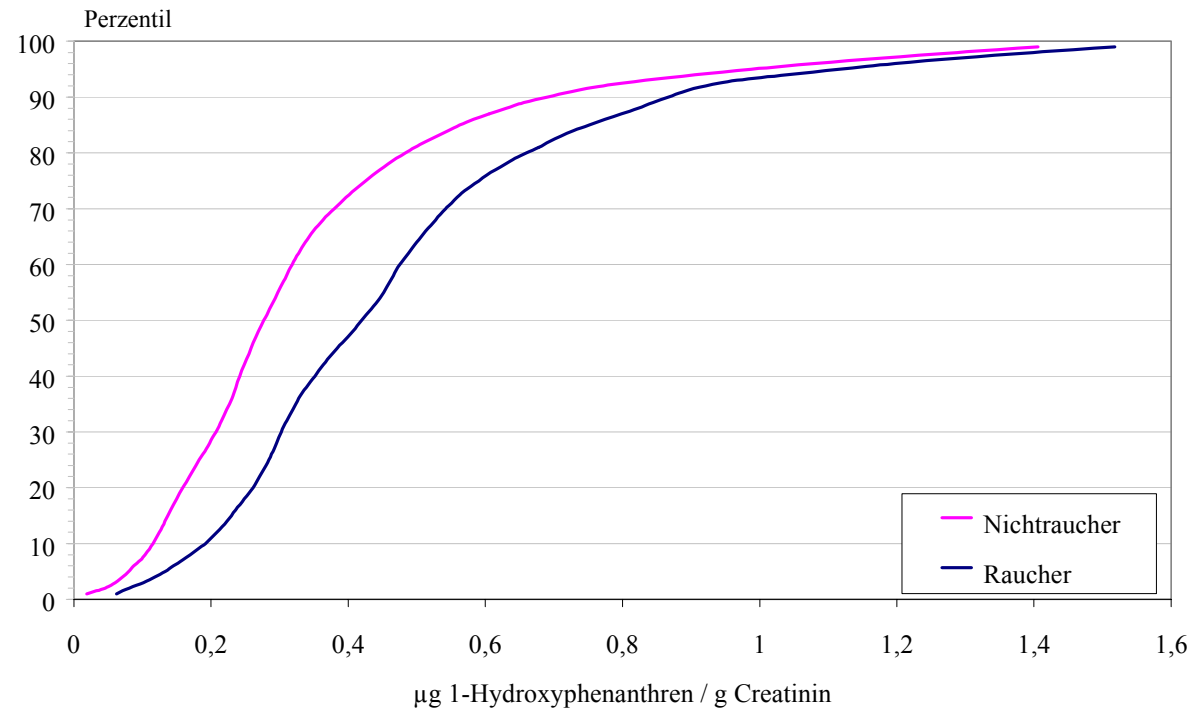

Abb. 9.5.3.8: 1-Hydroxyphenanthren pro Creatinin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

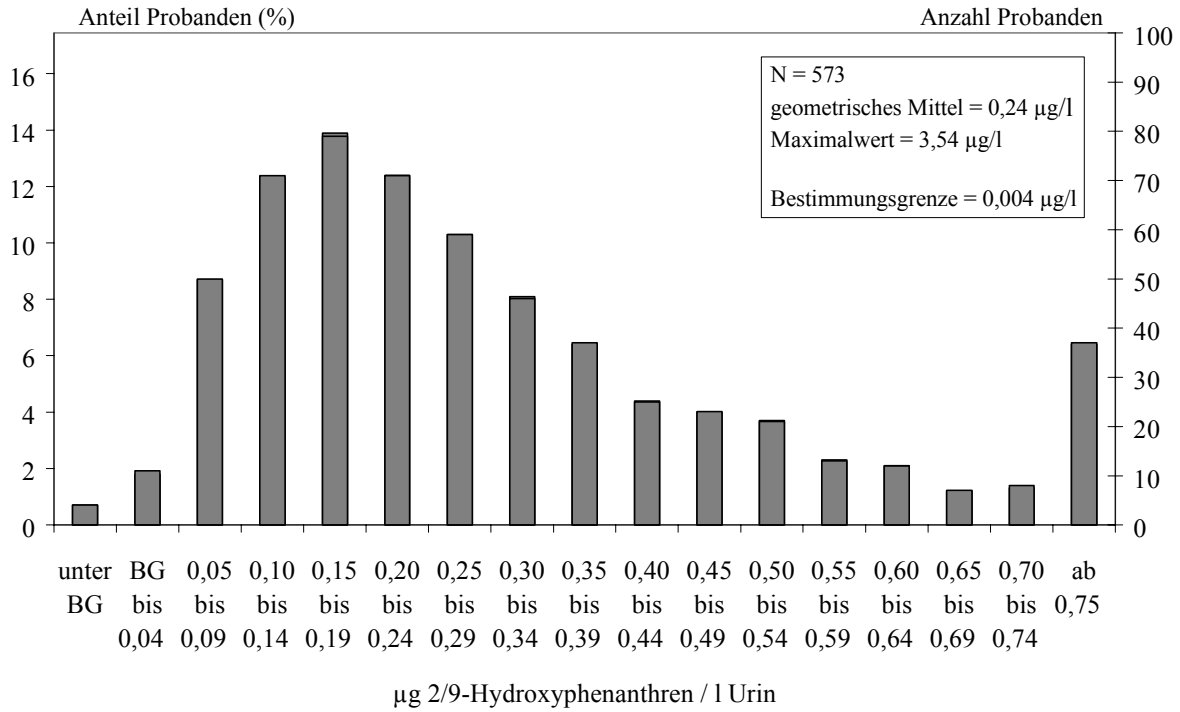

Abb. 9.5.3.9: 2/9-Hydroxyphenanthren im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

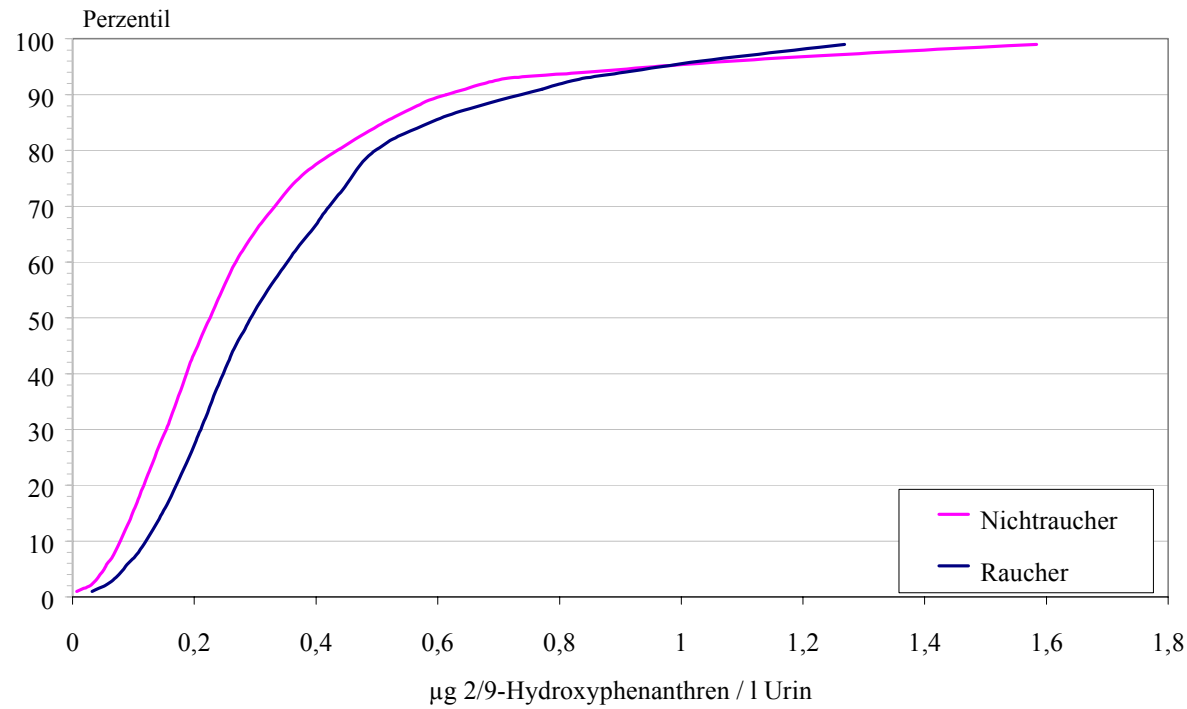

Abb. 9.5.3.10: 2/9-Hydroxyphenanthren im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

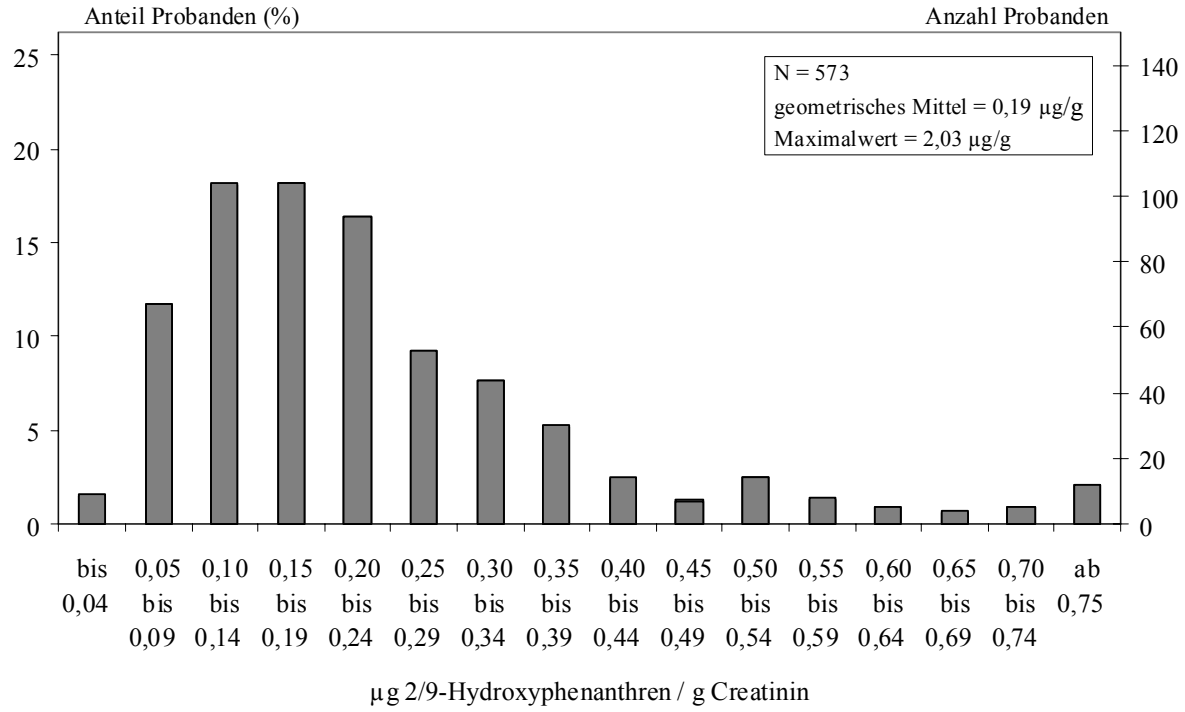

Abb. 9.5.3.11: 2/9-Hydroxyphenanthren pro Creatinin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

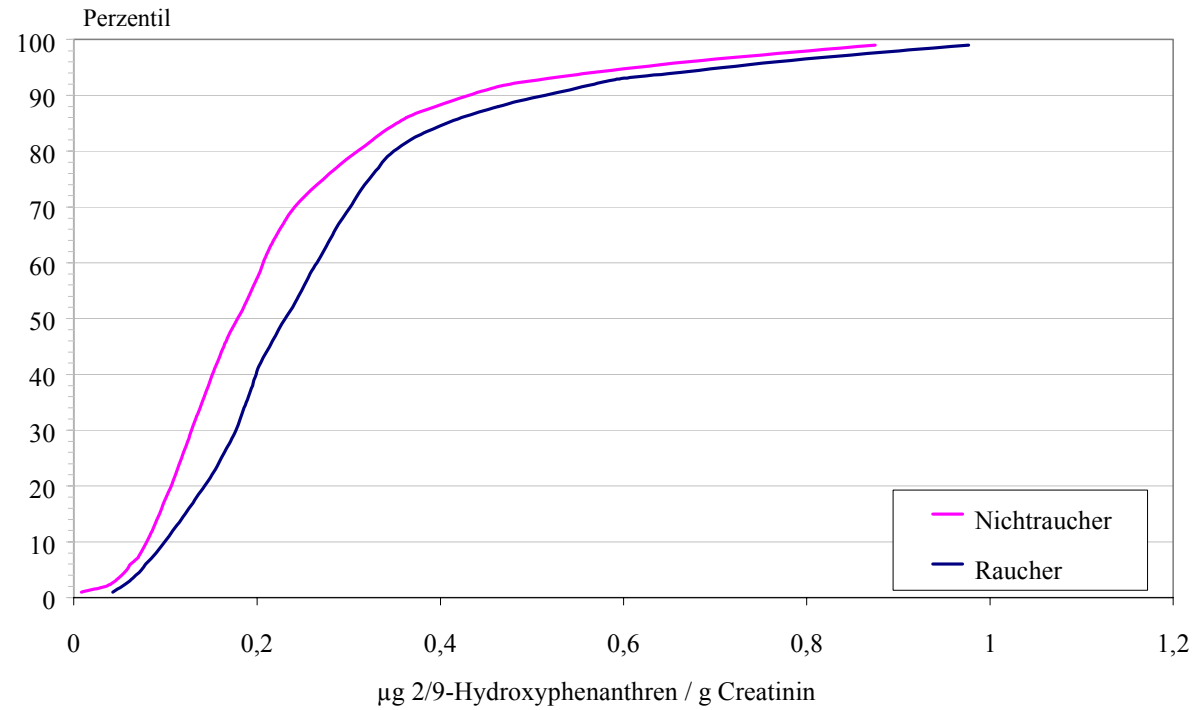

Abb. 9.5.3.12: 2/9-Hydroxyphenanthren pro Creatinin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

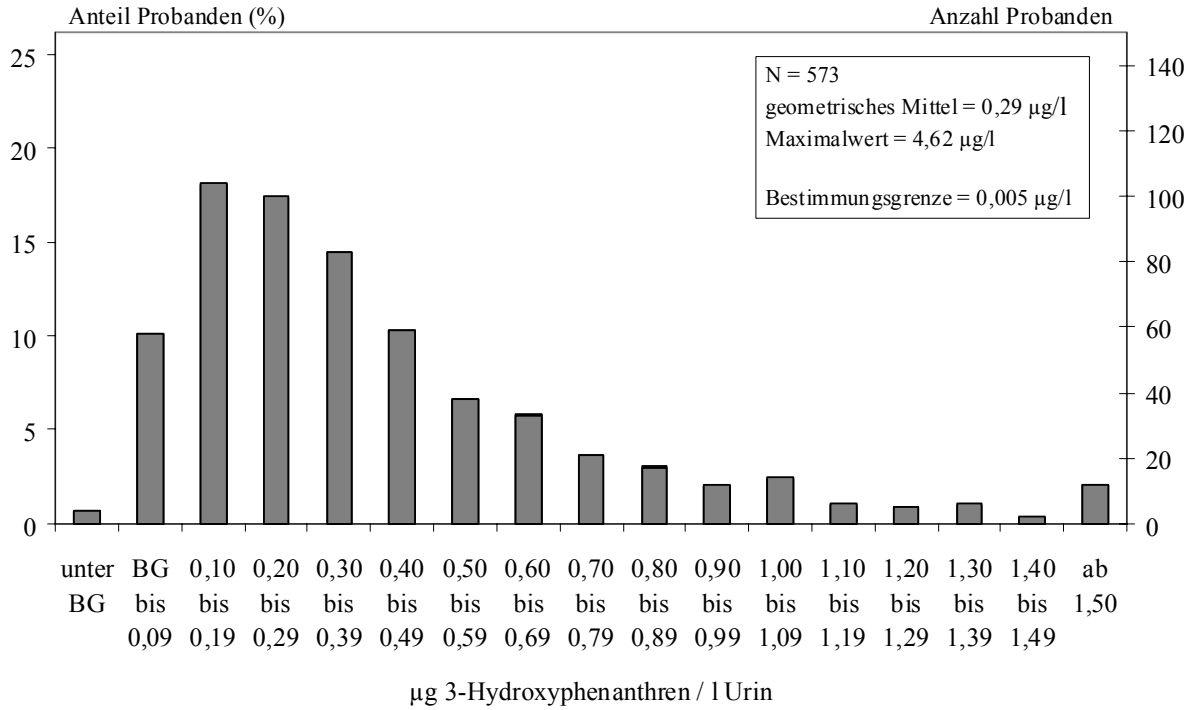

Abb. 9.5.3.13: 3-Hydroxyphenanthren im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

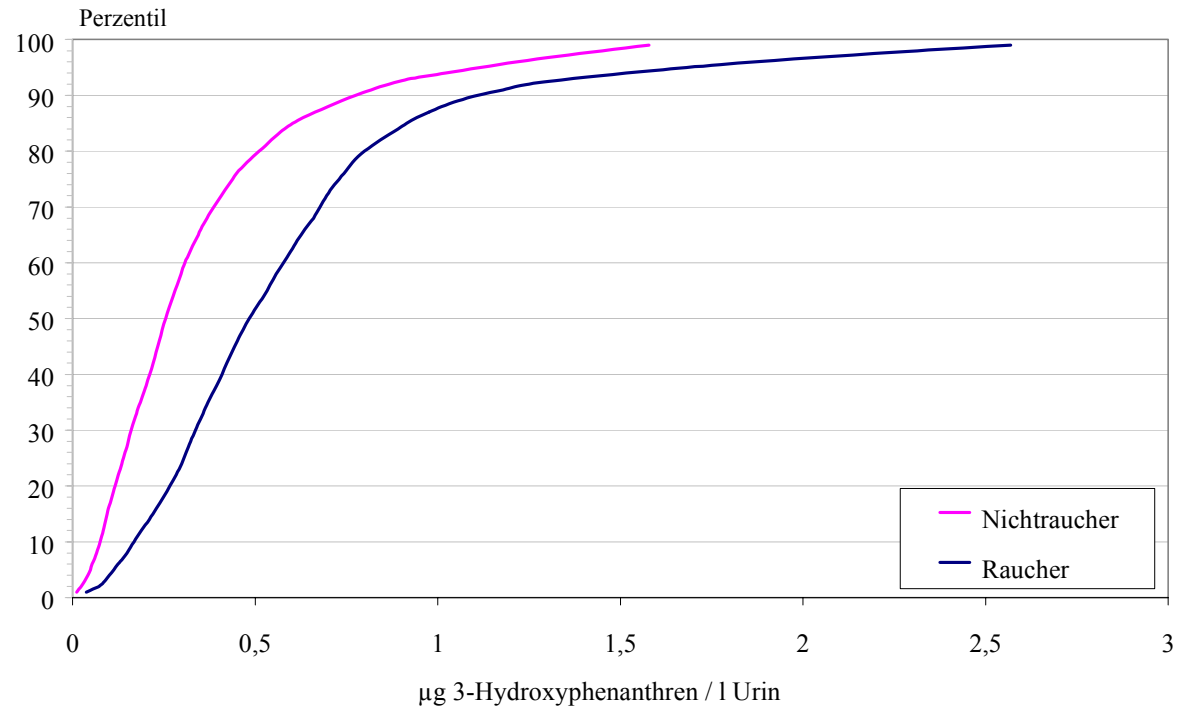

Abb. 9.5.3.14: 3-Hydroxyphenanthren im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

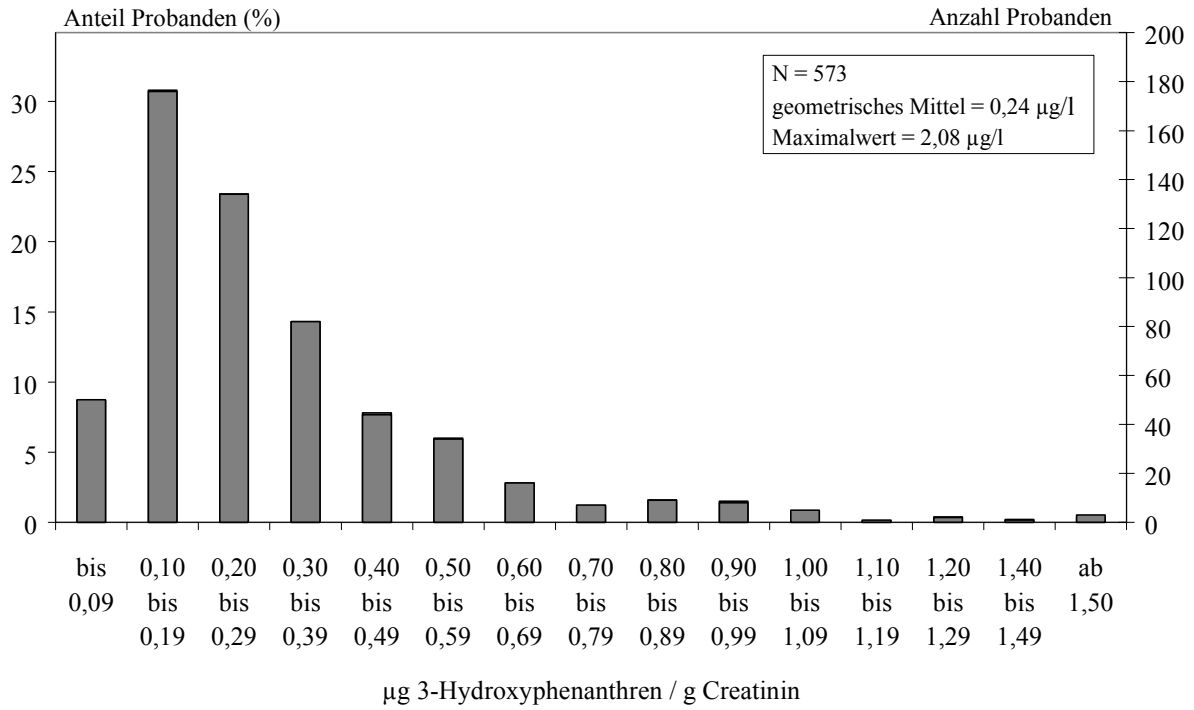

Abb. 9.5.3.15: 3-Hydroxyphenanthren pro Creatinin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

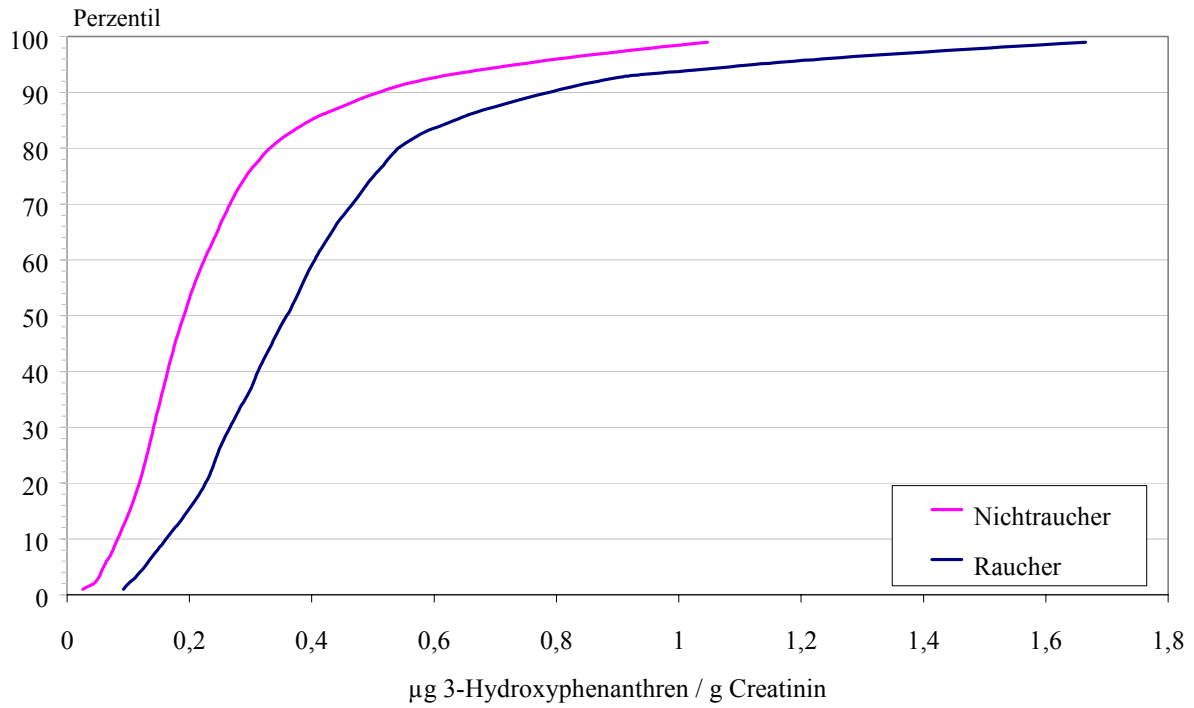

Abb. 9.5.3.16: 3-Hydroxyphenanthren pro Creatinin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

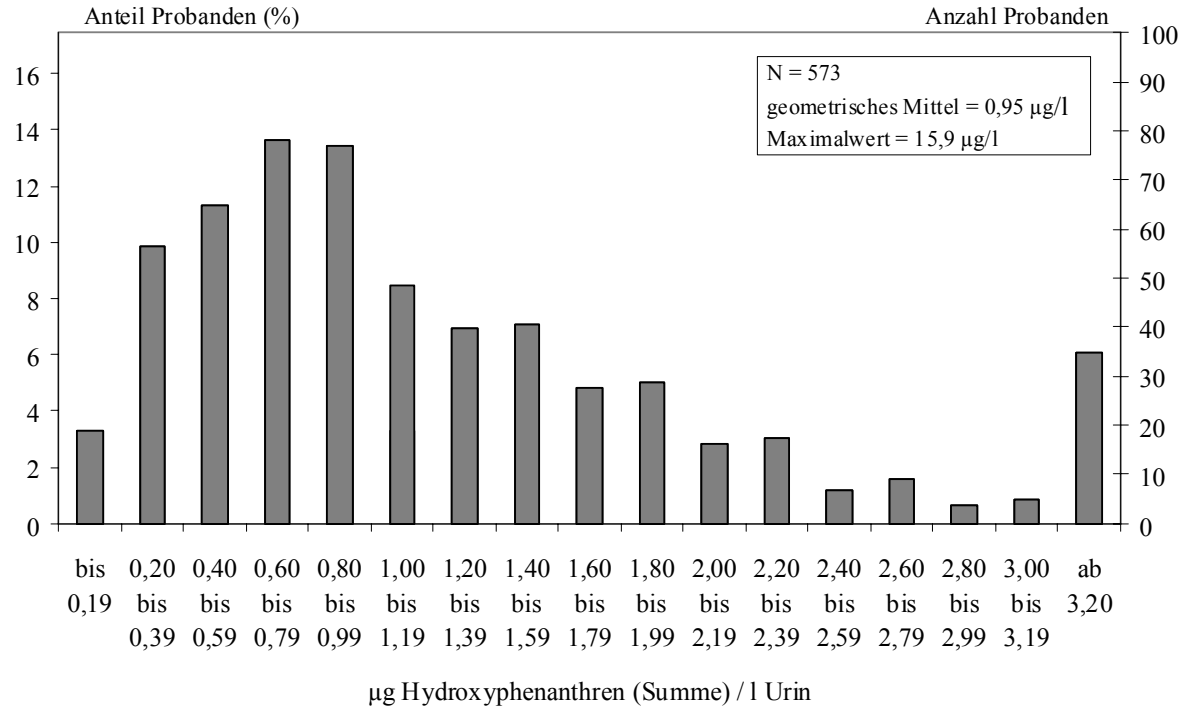

Abb. 9.5.3.17: Hydroxyphenanthren (Summe) im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

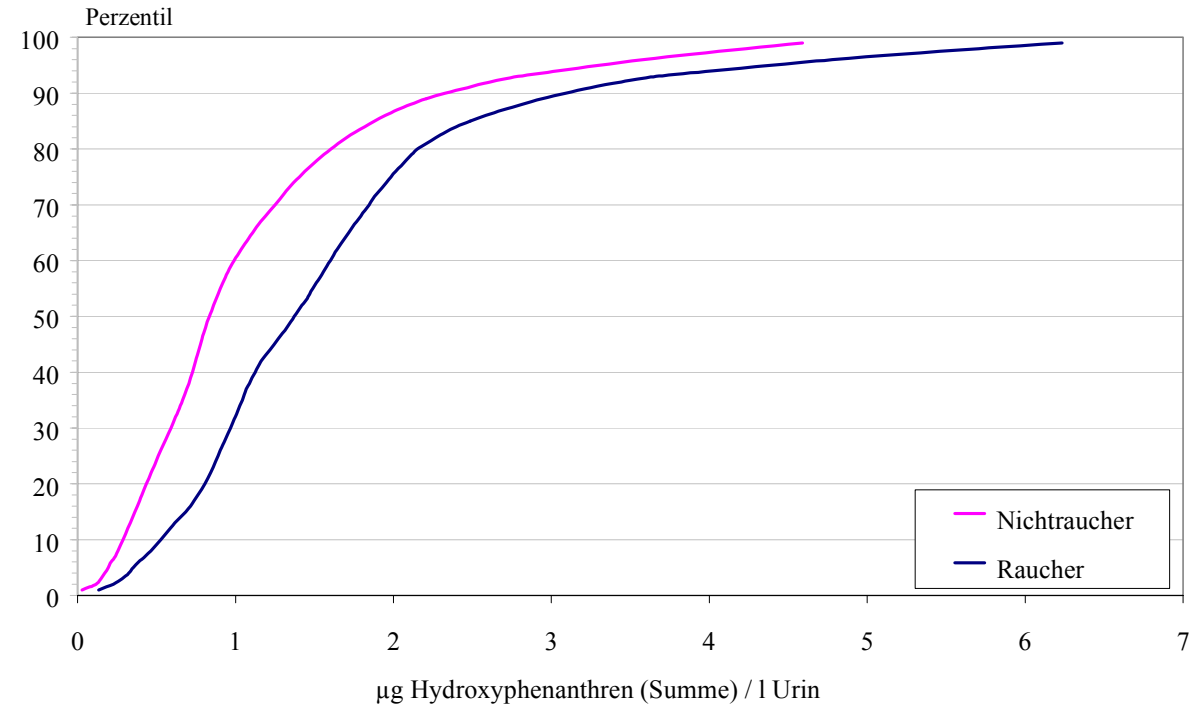

Abb. 9.5.3.18: Hydroxyphenanthren (Summe) im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

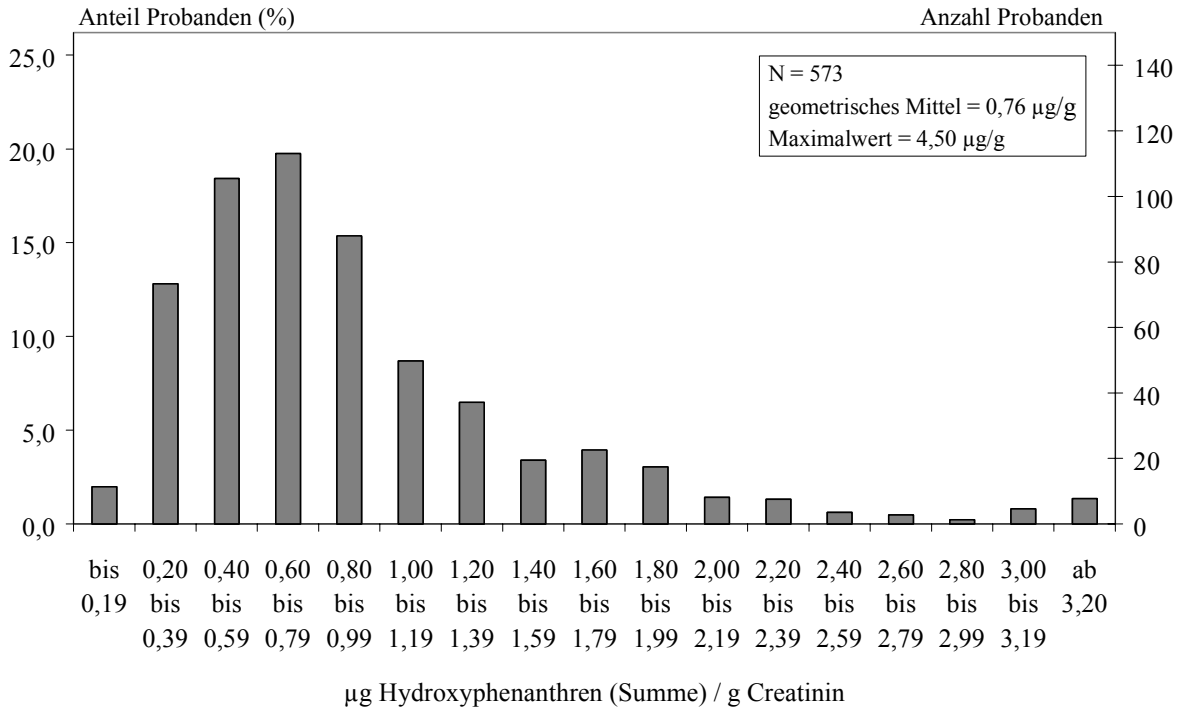

Abb. 9.5.3.19: Hydroxyphenanthren (Summe) pro Creatinin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

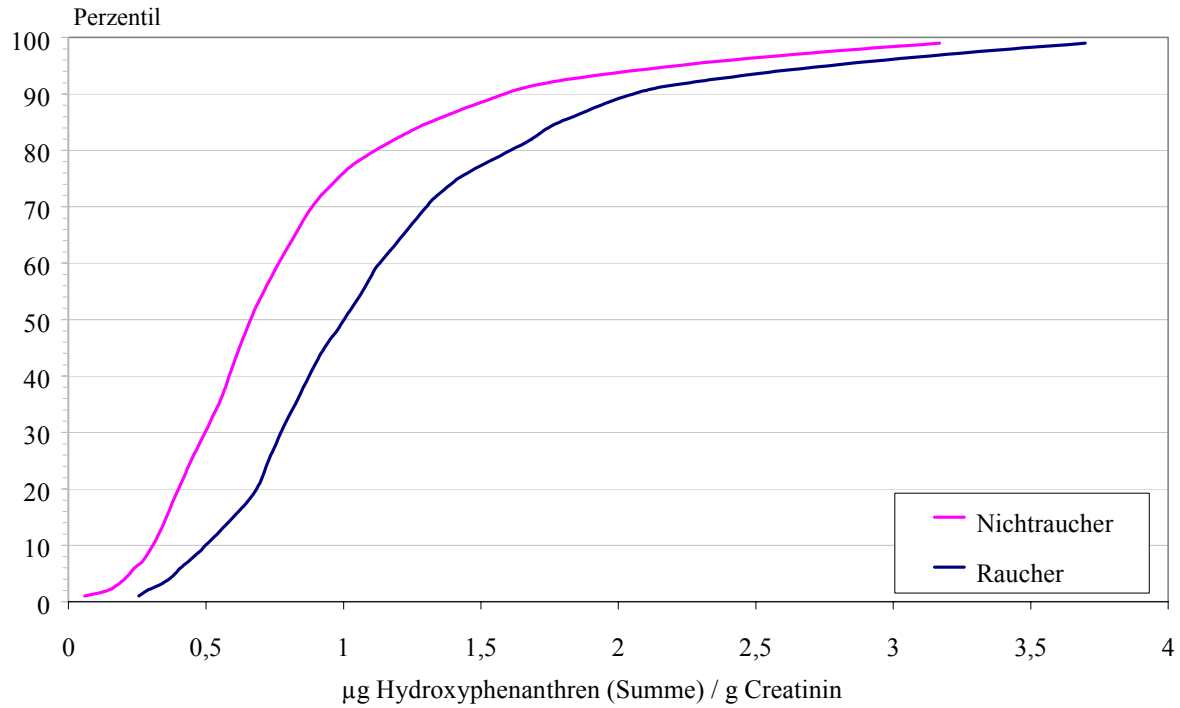

Abb. 9.5.3.20: Hydroxyphenanthren (Summe) pro Creatinin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

9.5.4 Chlorphenole im Urin

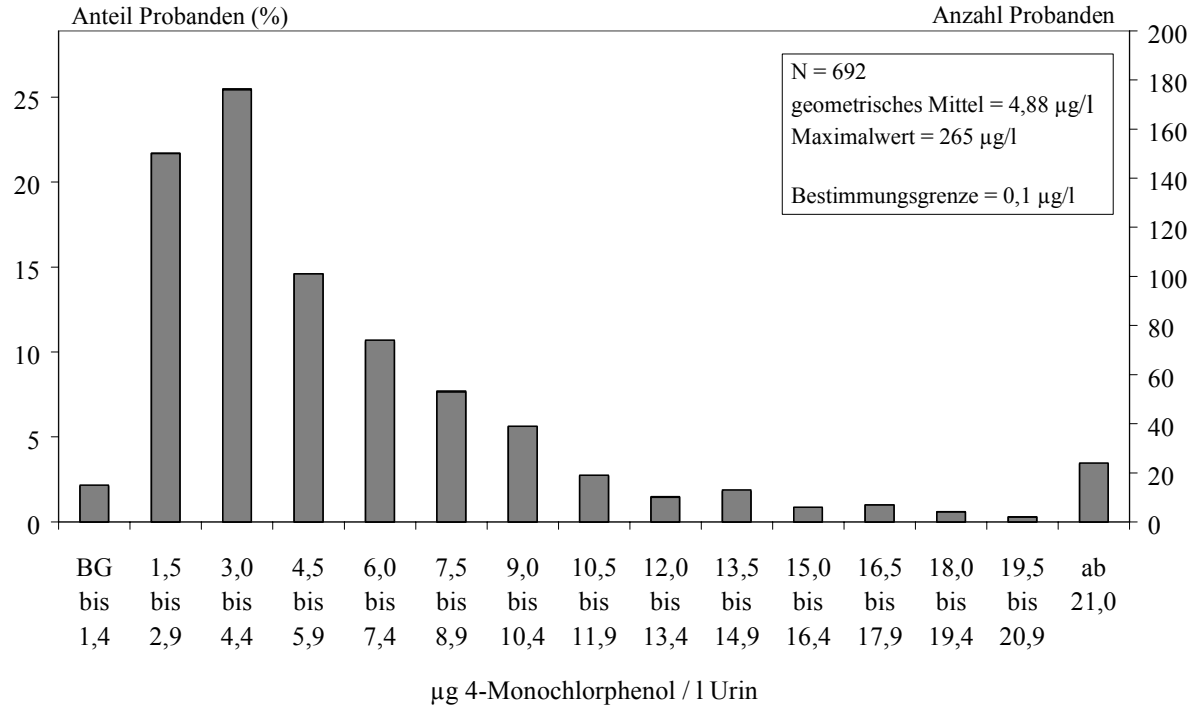

Abb. 9.5.4.1: 4-Monochlorphenol im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

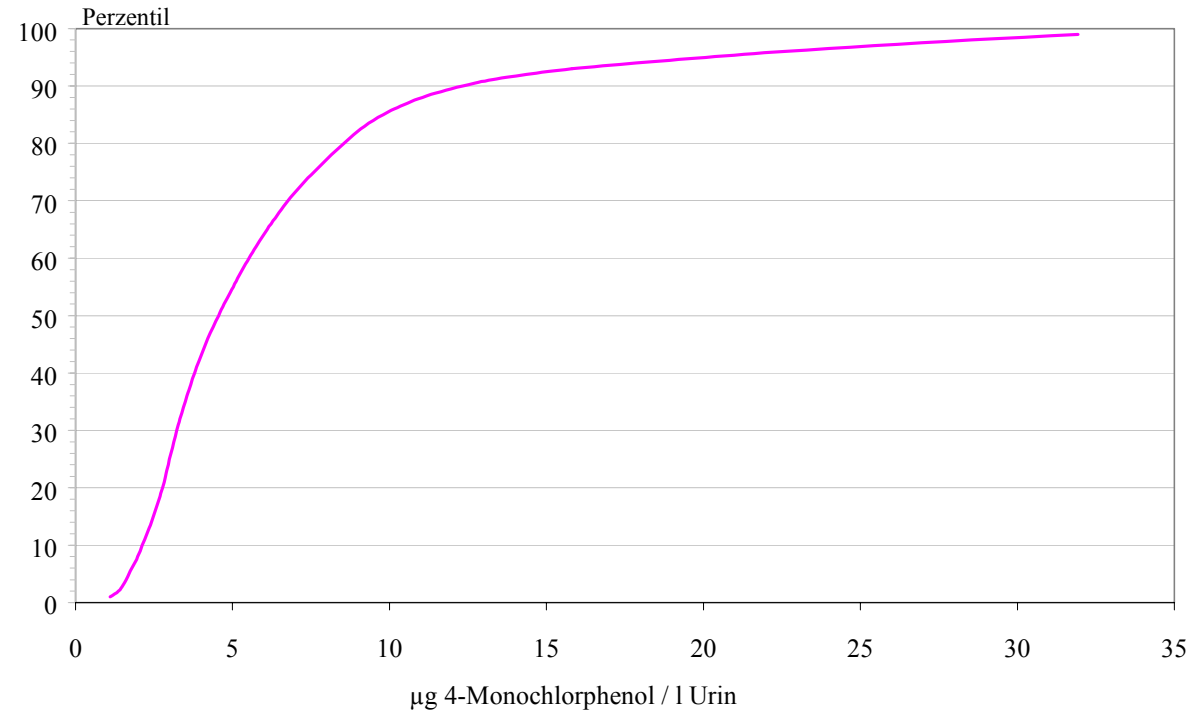

Abb. 9.5.4.2: 4-Monochlorphenol im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

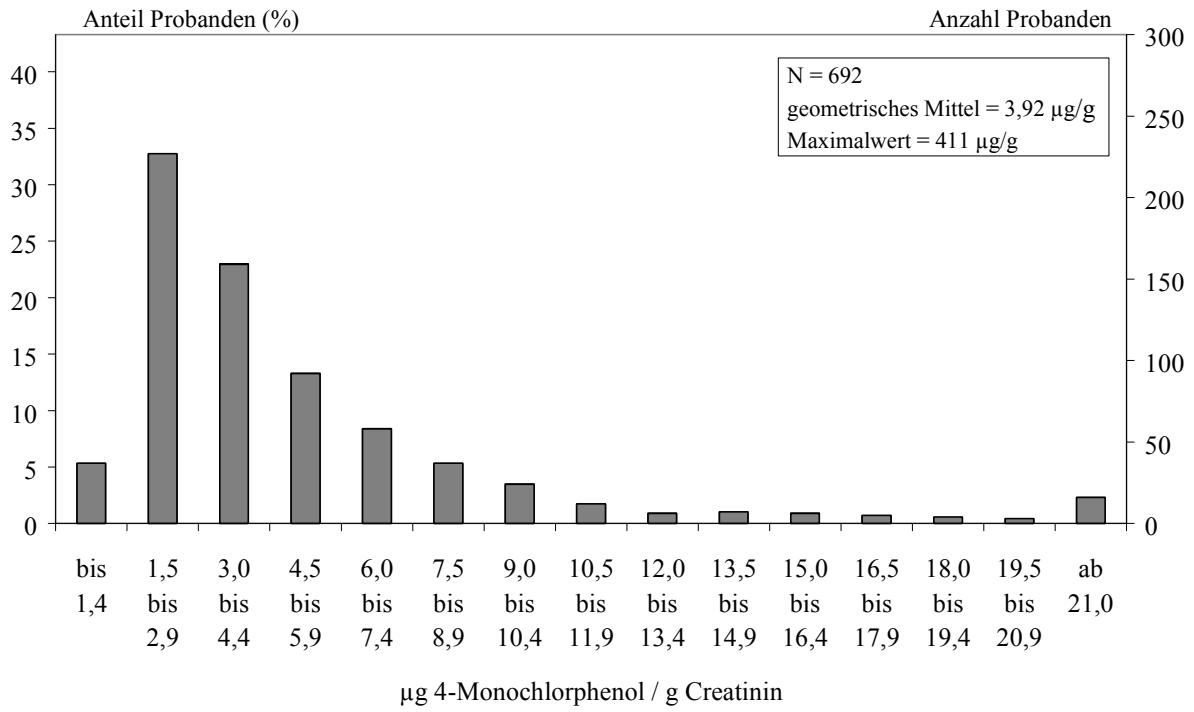

Abb. 9.5.4.3: 4-Monochlorphenol pro Creatinin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

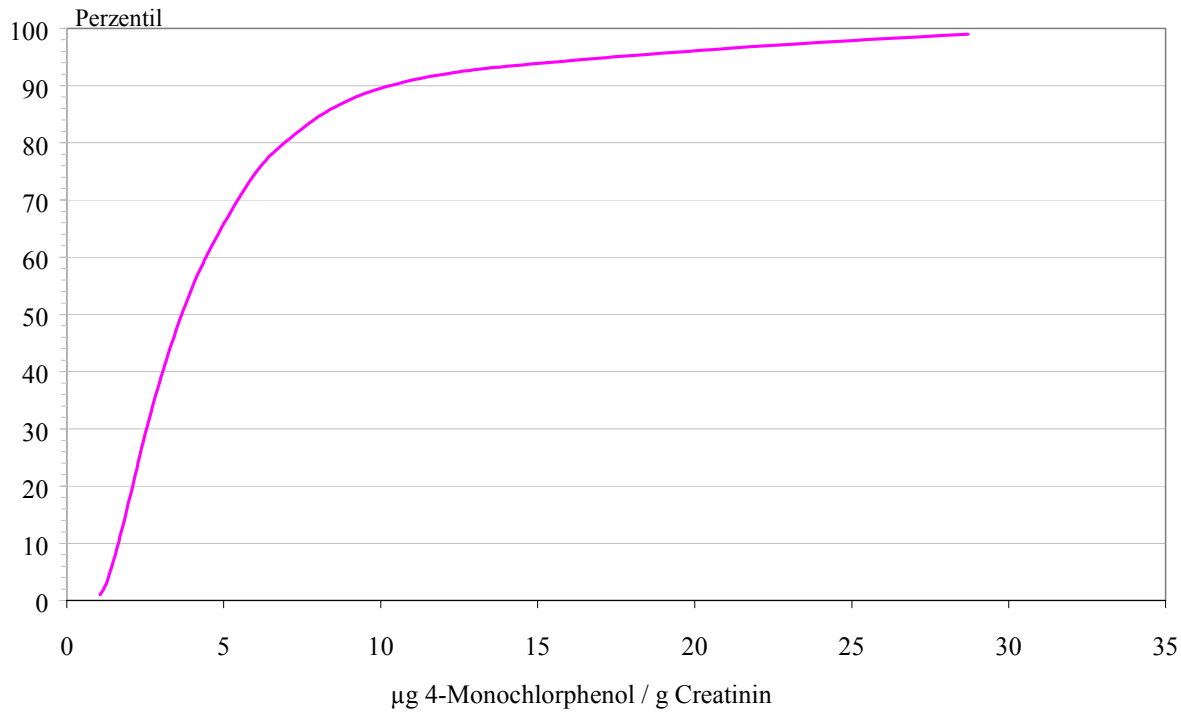

Abb. 9.5.4.4: 4-Monochlorphenol pro Creatinin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

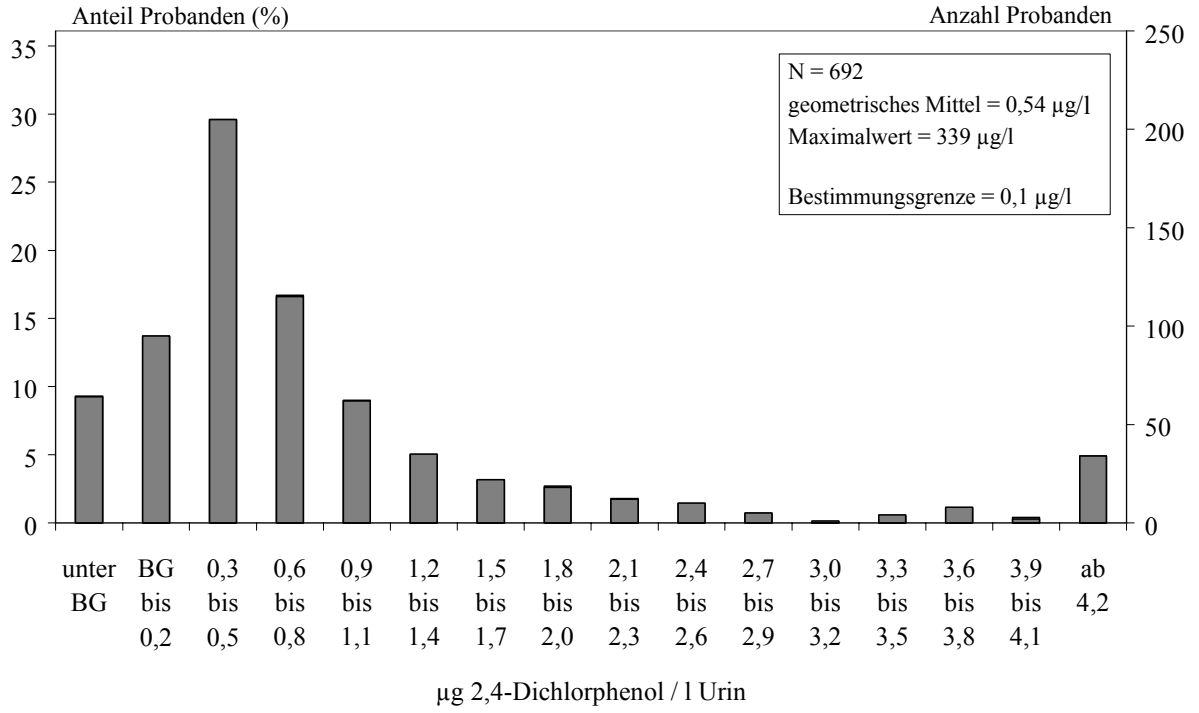

Abb. 9.5.4.5: 2,4-Dichlorphenol im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

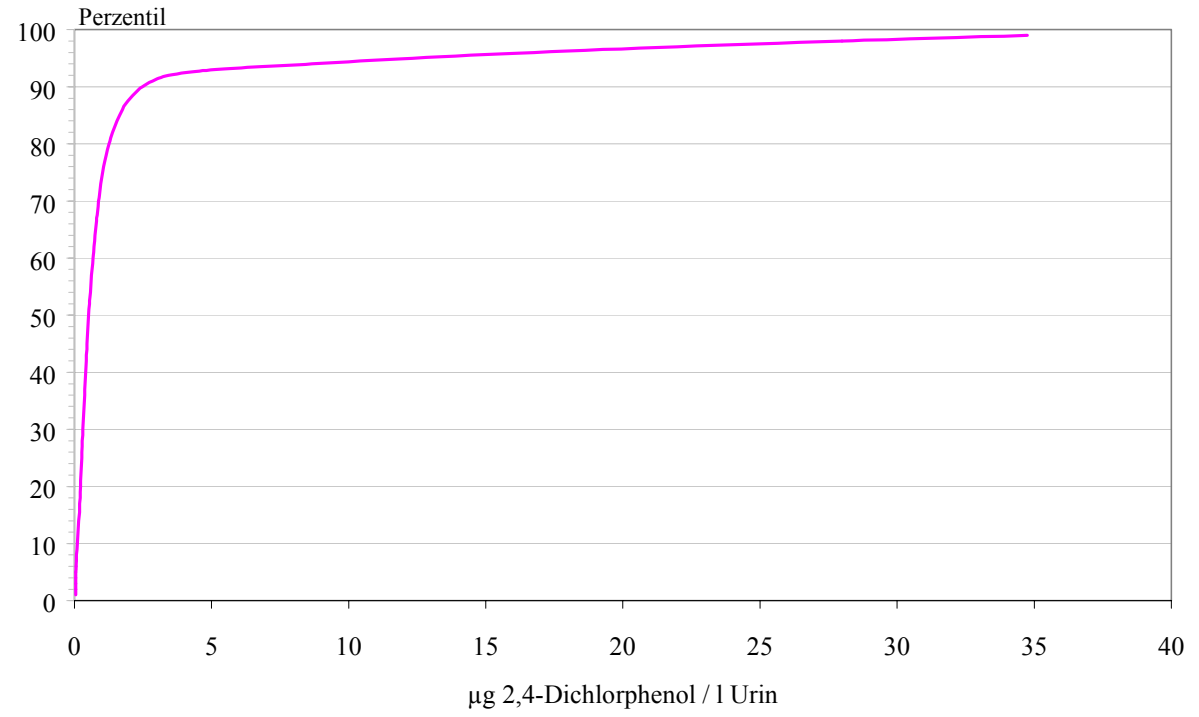

Abb. 9.5.4.6: 2,4-Dichlorphenol im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

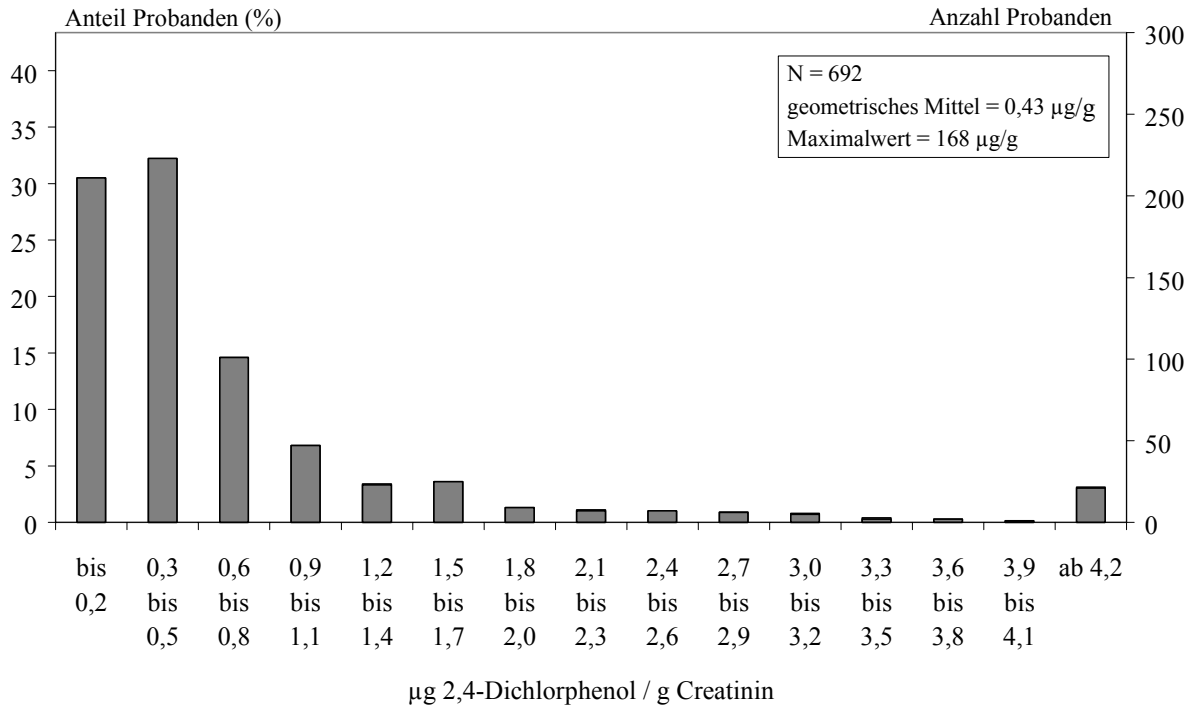

Abb. 9.5.4.7: 2,4-Dichlorphenol pro Creatinin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

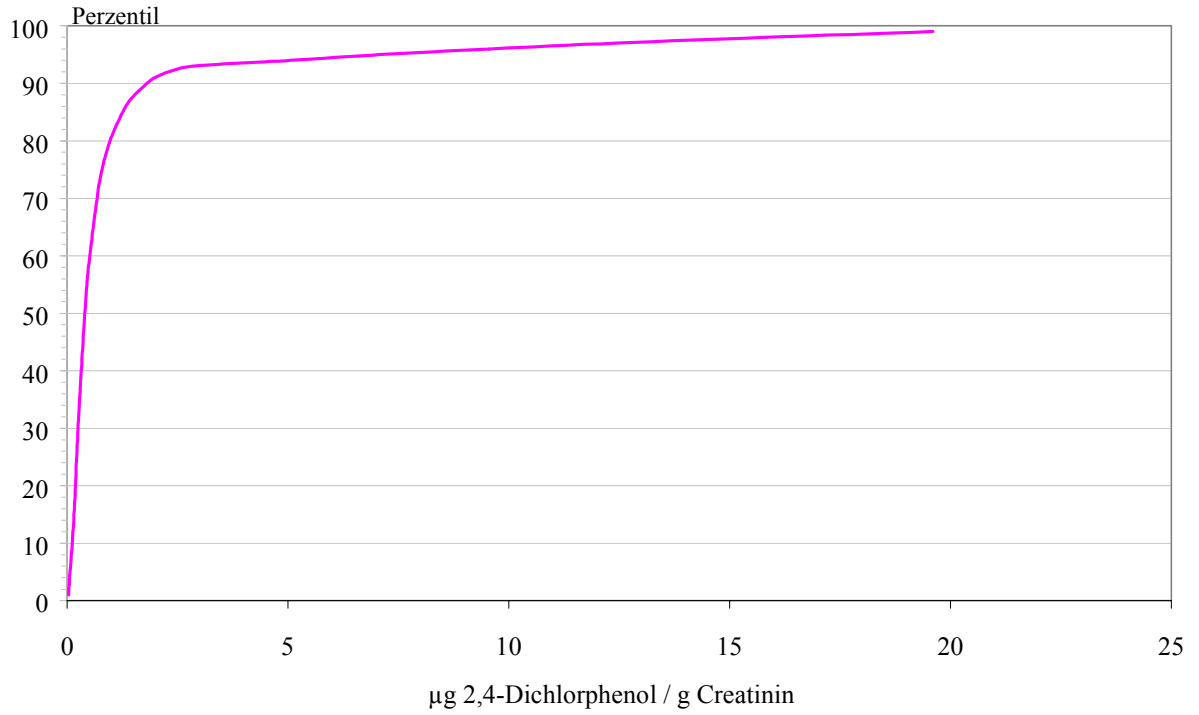

Abb. 9.5.4.8: 2,4-Dichlorphenol pro Creatinin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

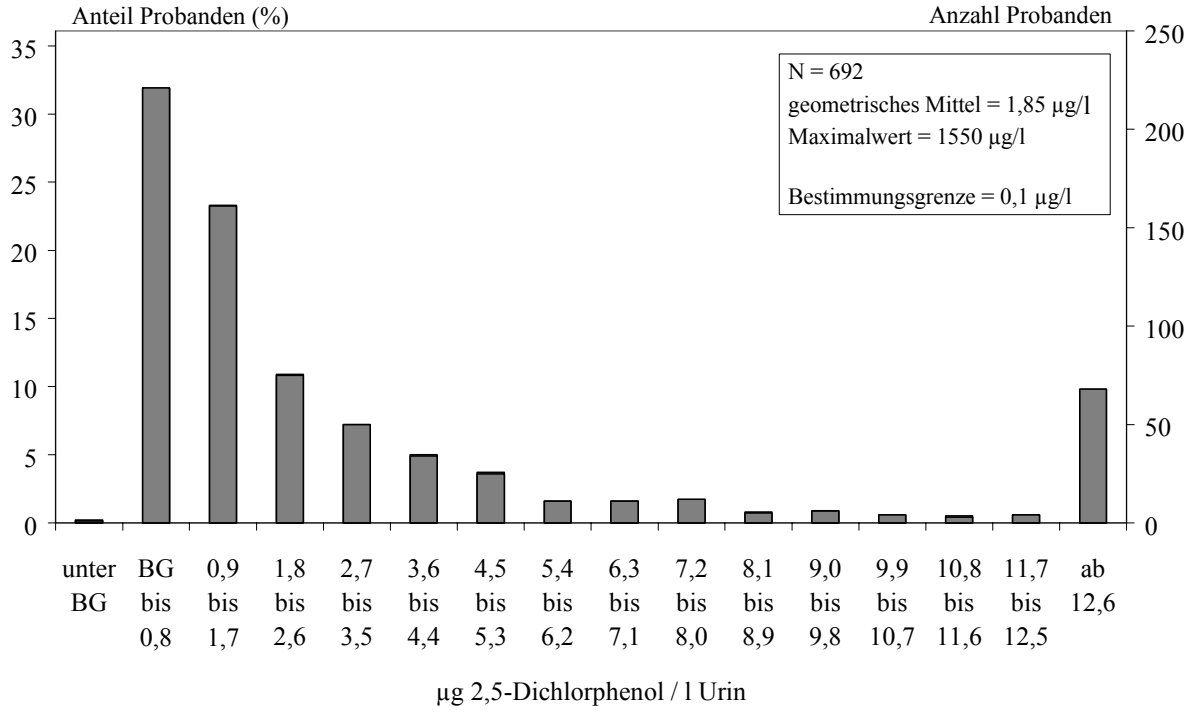

Abb. 9.5.4.9: 2,5-Dichlorphenol im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

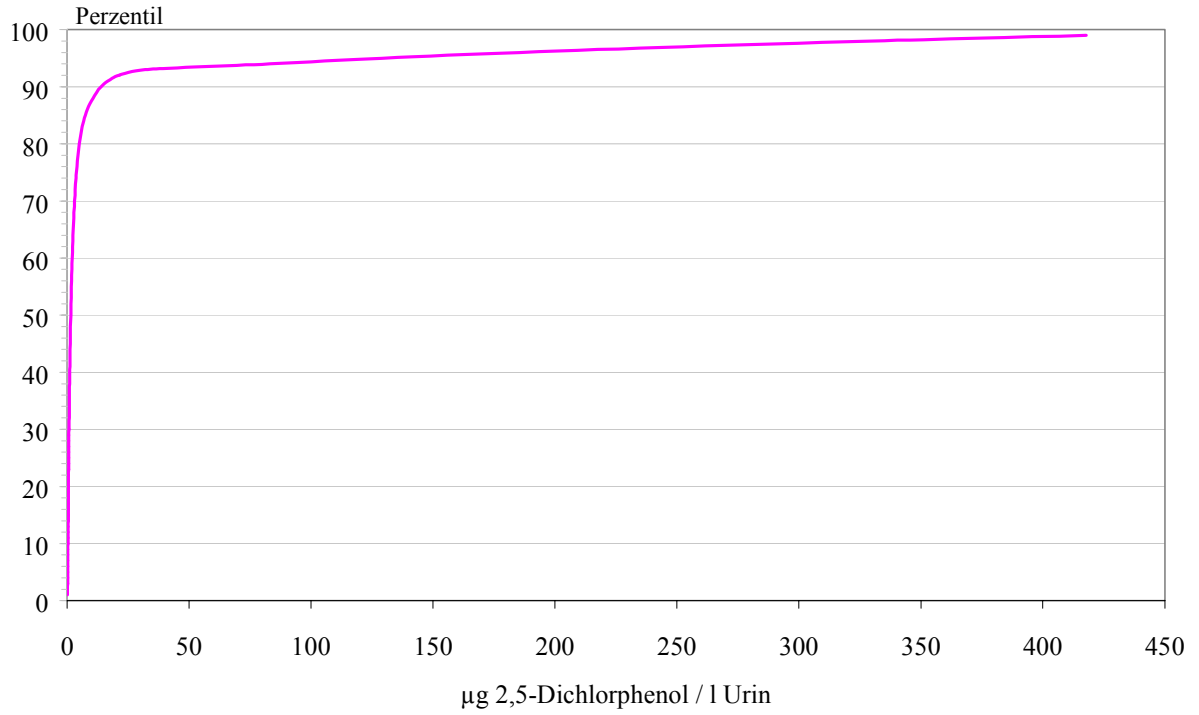

Abb. 9.5.4.10: 2,5-Dichlorphenol im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

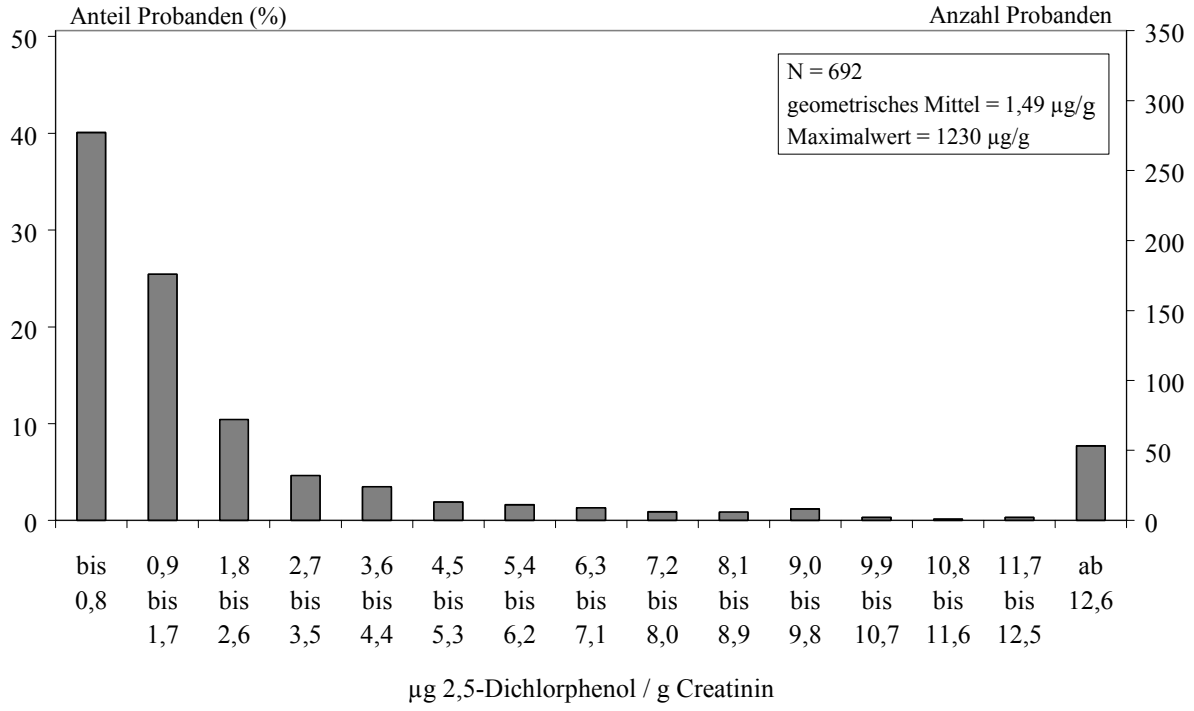

Abb. 9.5.4.11: 2,5-Dichlorphenol pro Creatinin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

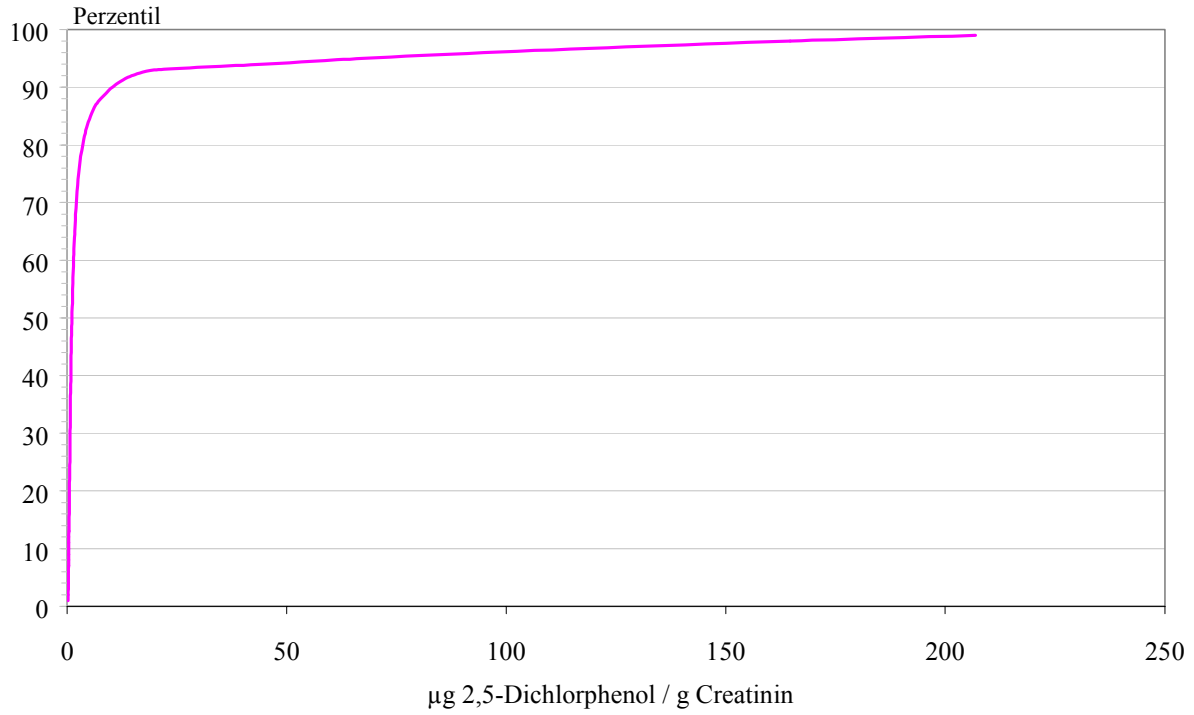

Abb. 9.5.4.12: 2,5-Dichlorphenol pro Creatinin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

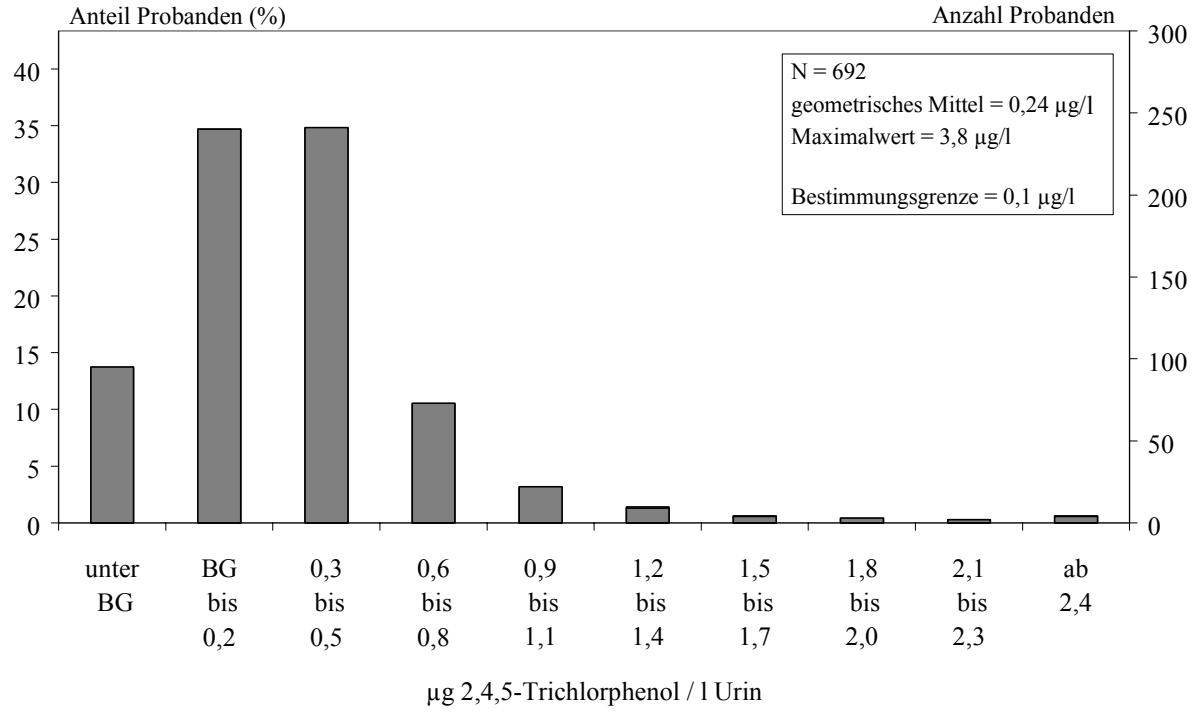

Abb. 9.5.4.13: 2,4,5-Trichlorphenol im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

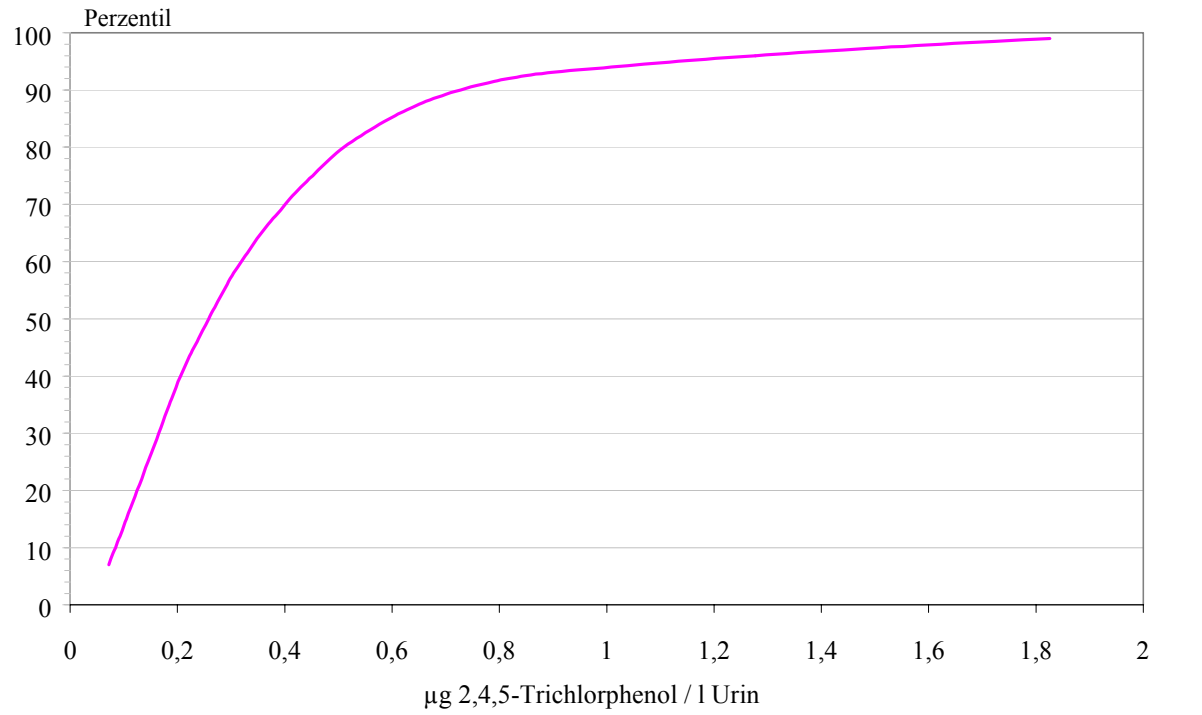

Abb. 9.5.4.14: 2,4,5-Trichlorphenol im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

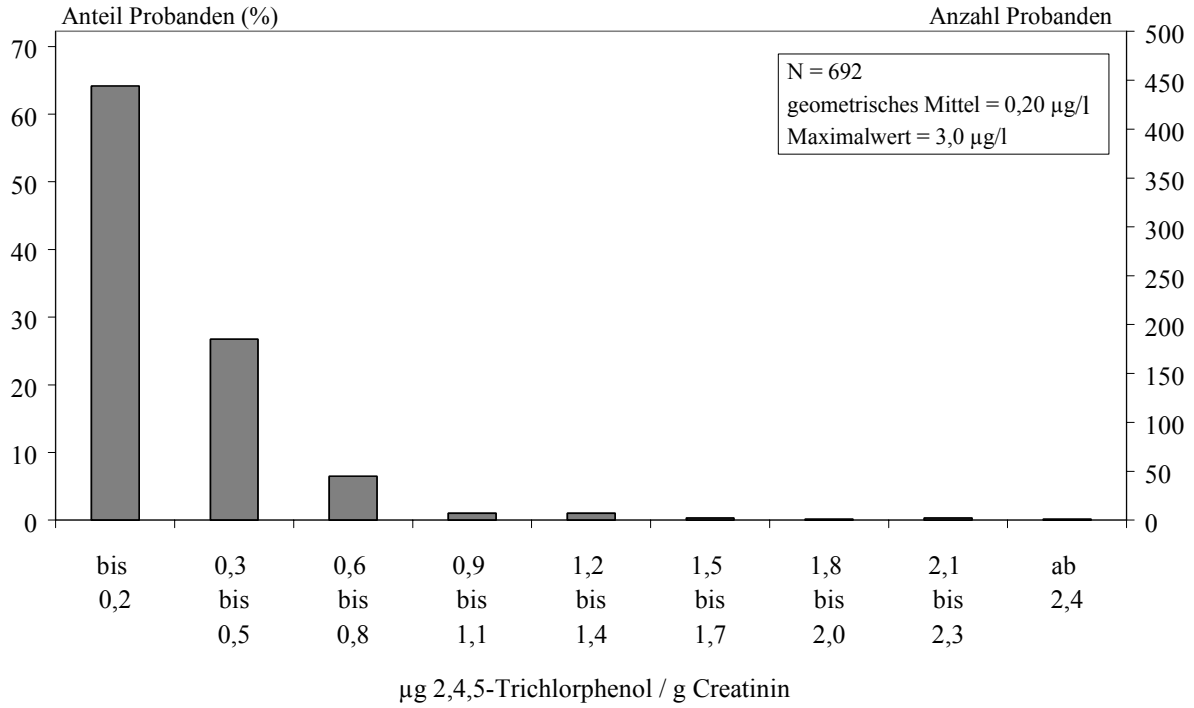

Abb. 9.5.4.15: 2,4,5-Trichlorphenol pro Creatinin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

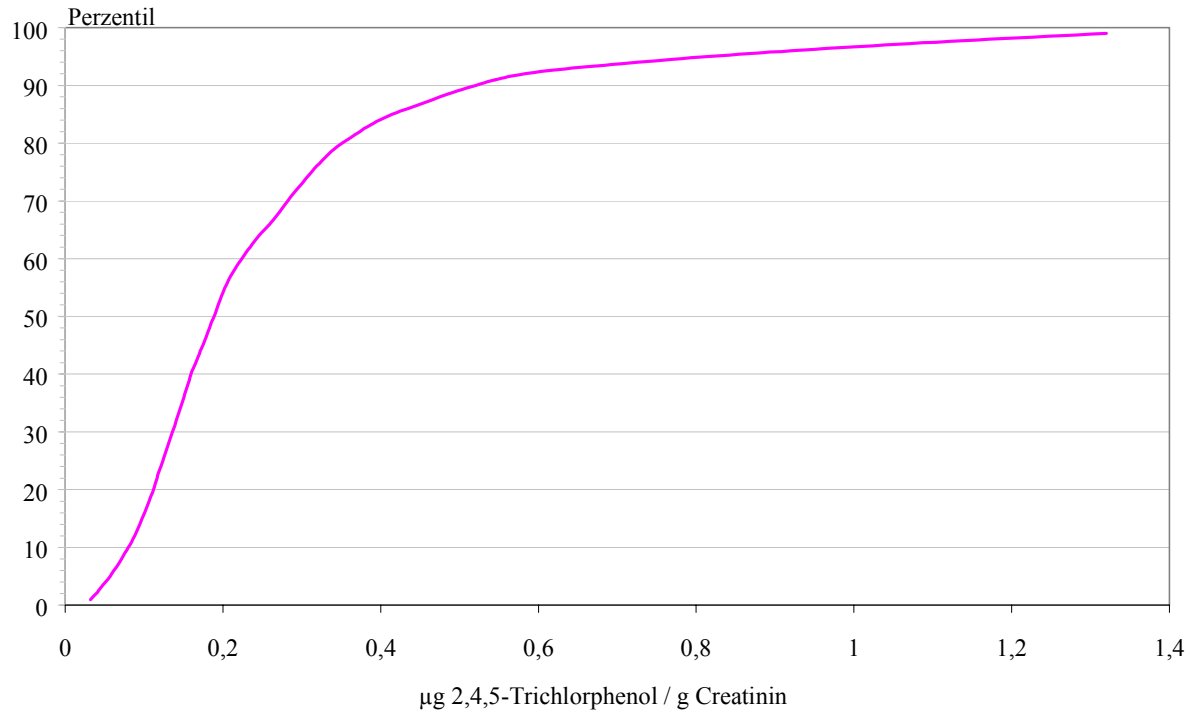

Abb. 9.5.4.16: 2,4,5-Trichlorphenol pro Creatinin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

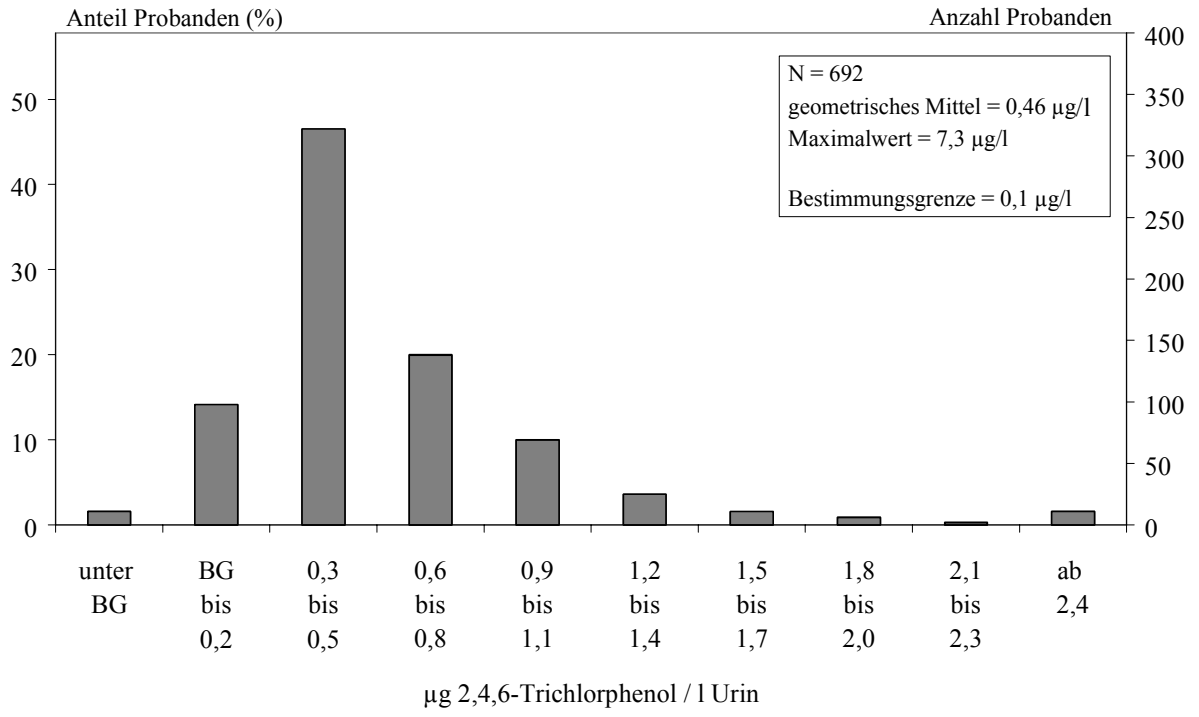

Abb. 9.5.4.17: 2,4,6-Trichlorphenol im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

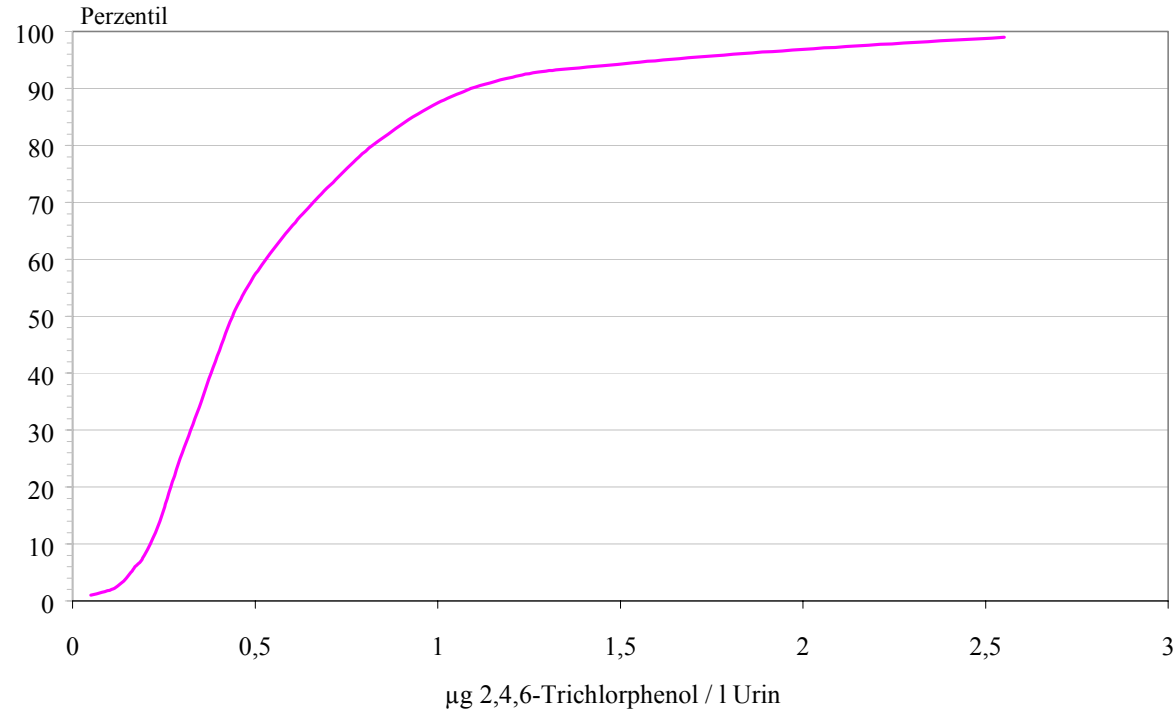

Abb. 9.5.4.18: 2,4,6-Trichlorphenol im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

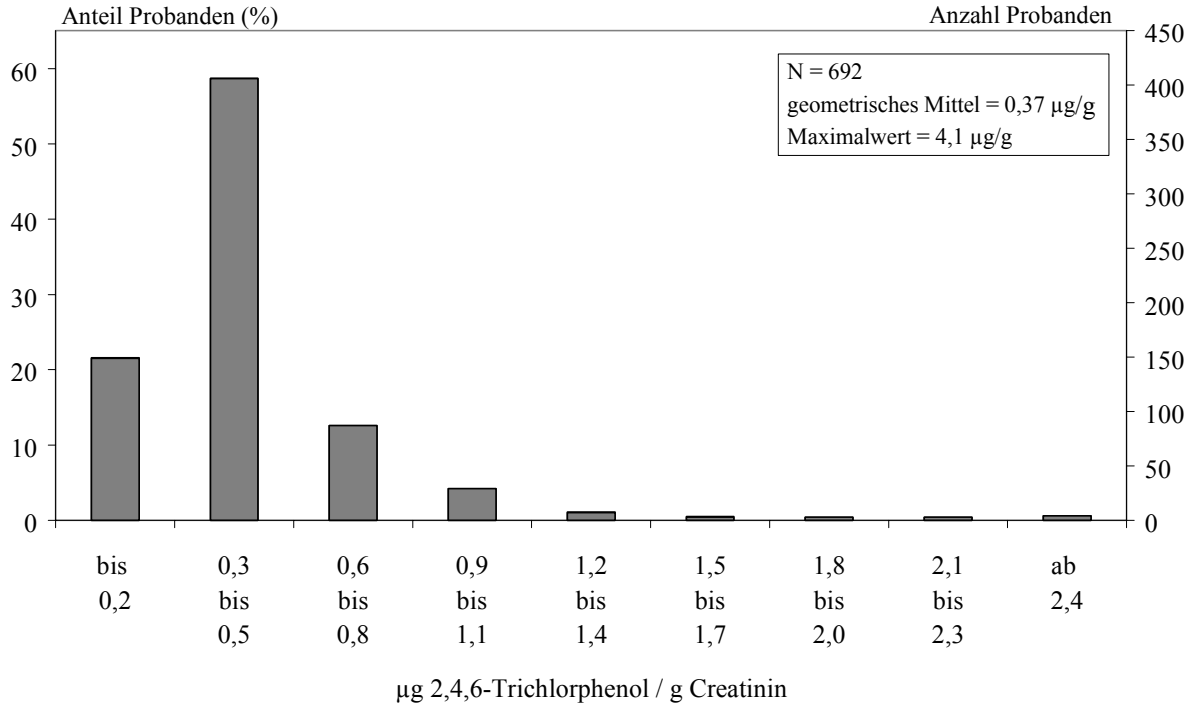

Abb. 9.5.4.19: 2,4,6-Trichlorphenol pro Creatinin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

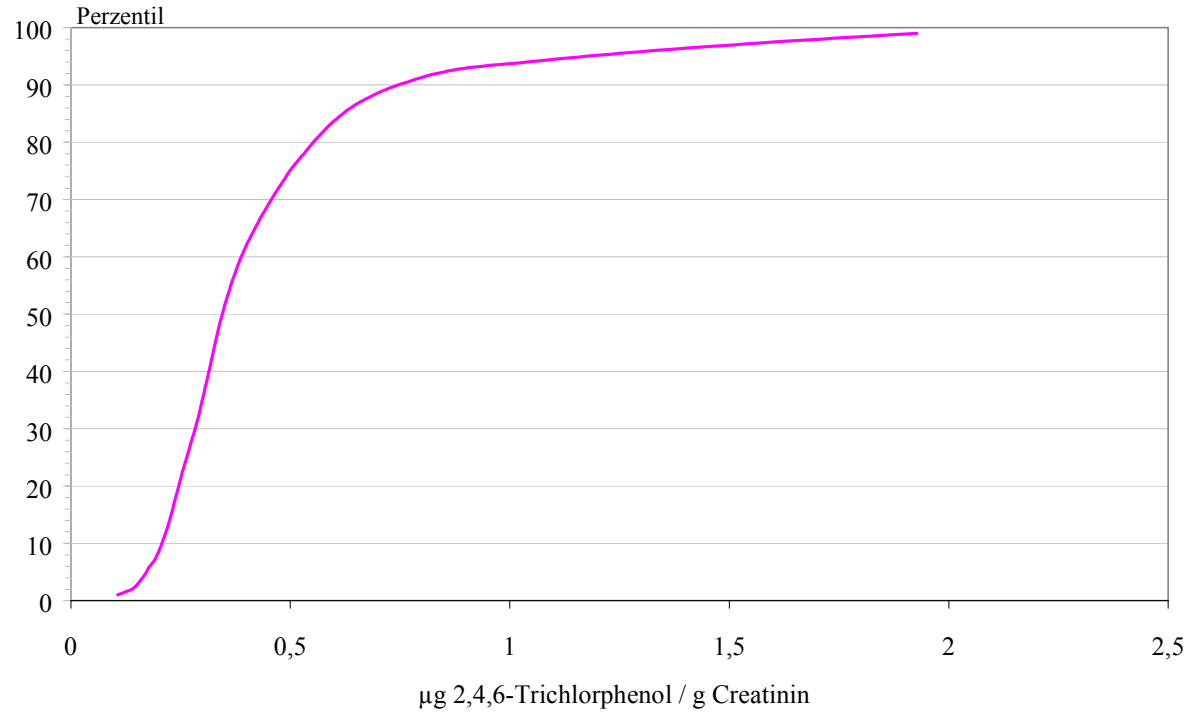

Abb. 9.5.4.20: 2,4,6-Trichlorphenol pro Creatinin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

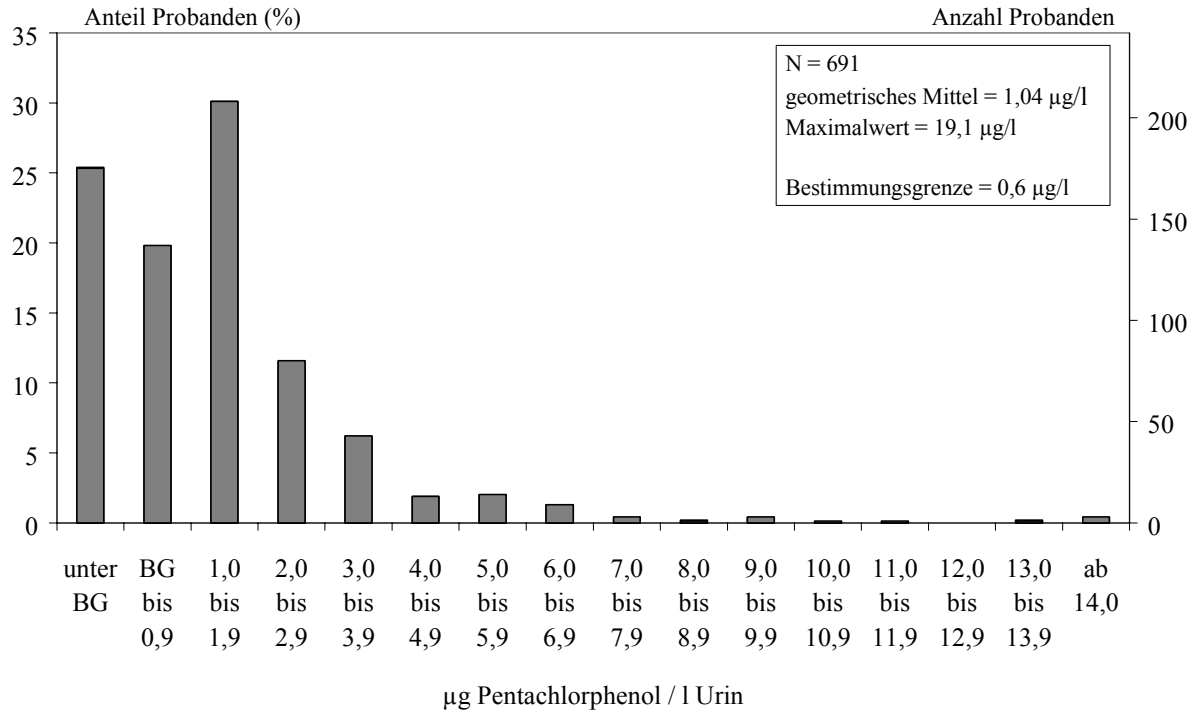

Abb. 9.5.4.21: Pentachlorphenol im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

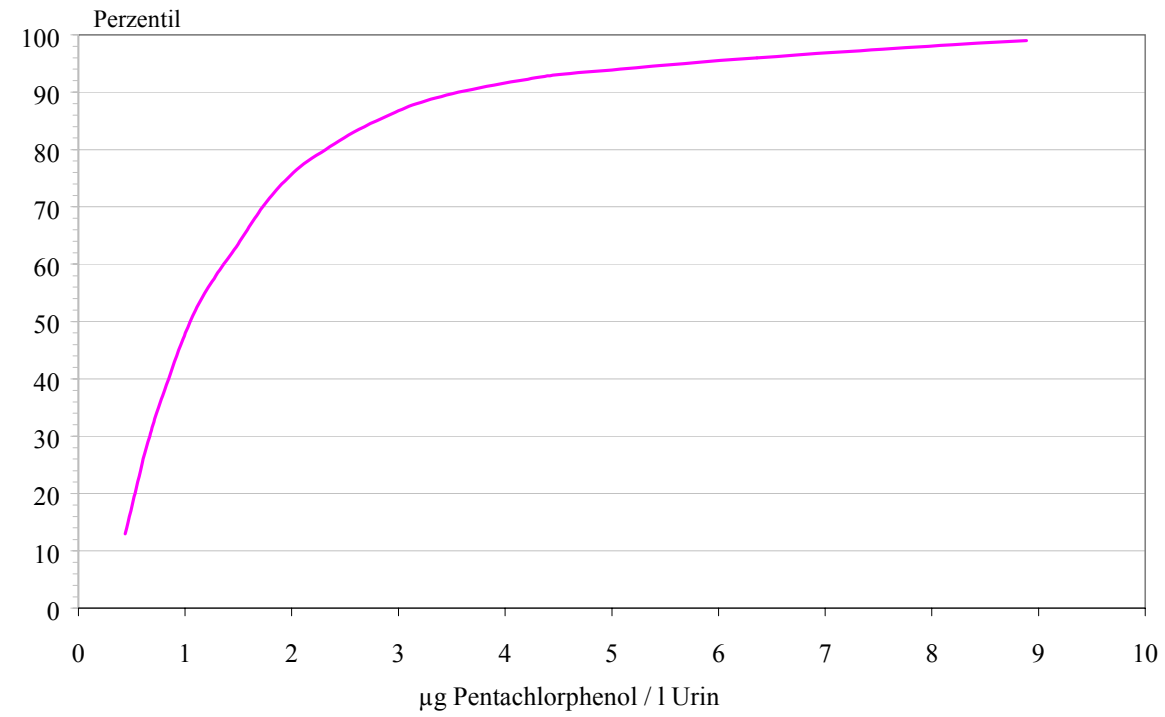

Abb. 9.5.4.22: Pentachlorphenol im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

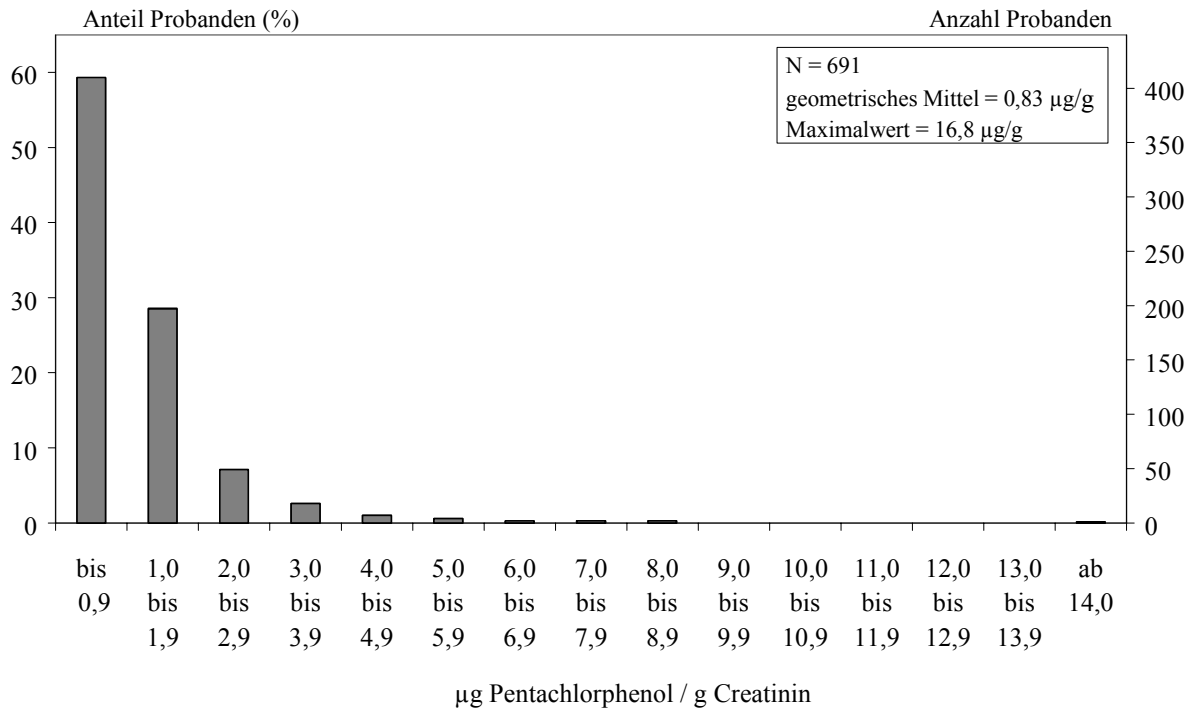

Abb. 9.5.4.23: Pentachlorphenol pro Creatinin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

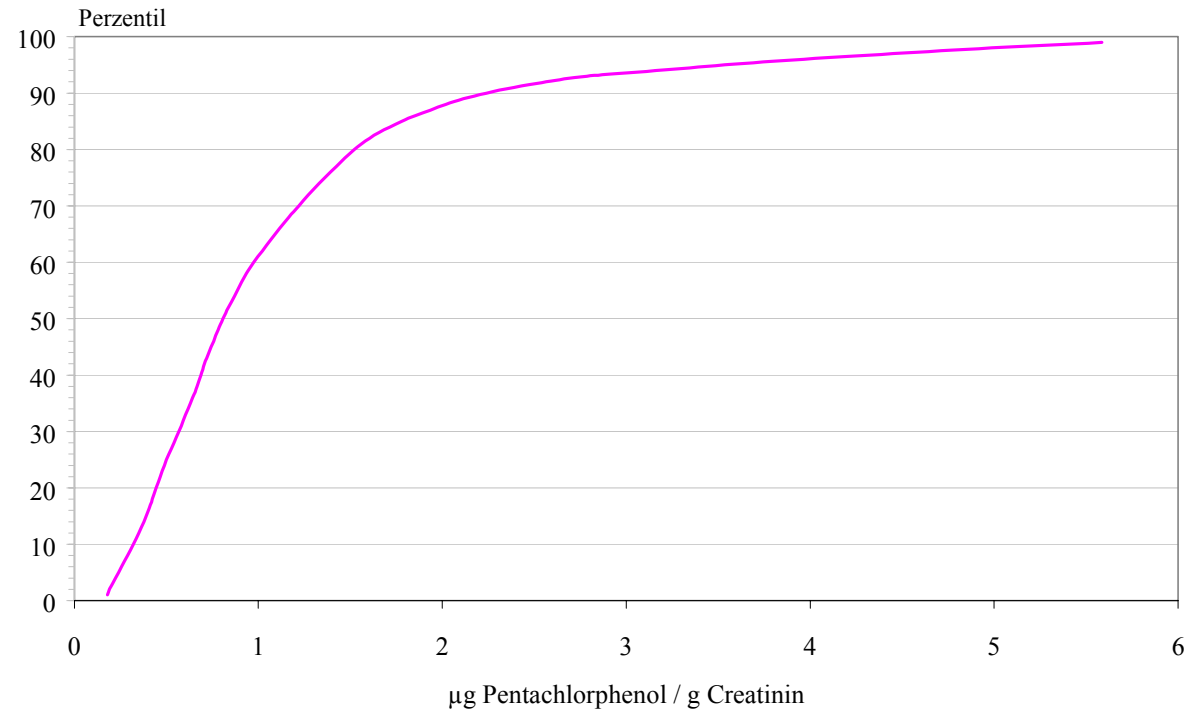

Abb. 9.5.4.24: Pentachlorphenol pro Creatinin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

9.5.5 Edelmetalle im Urin

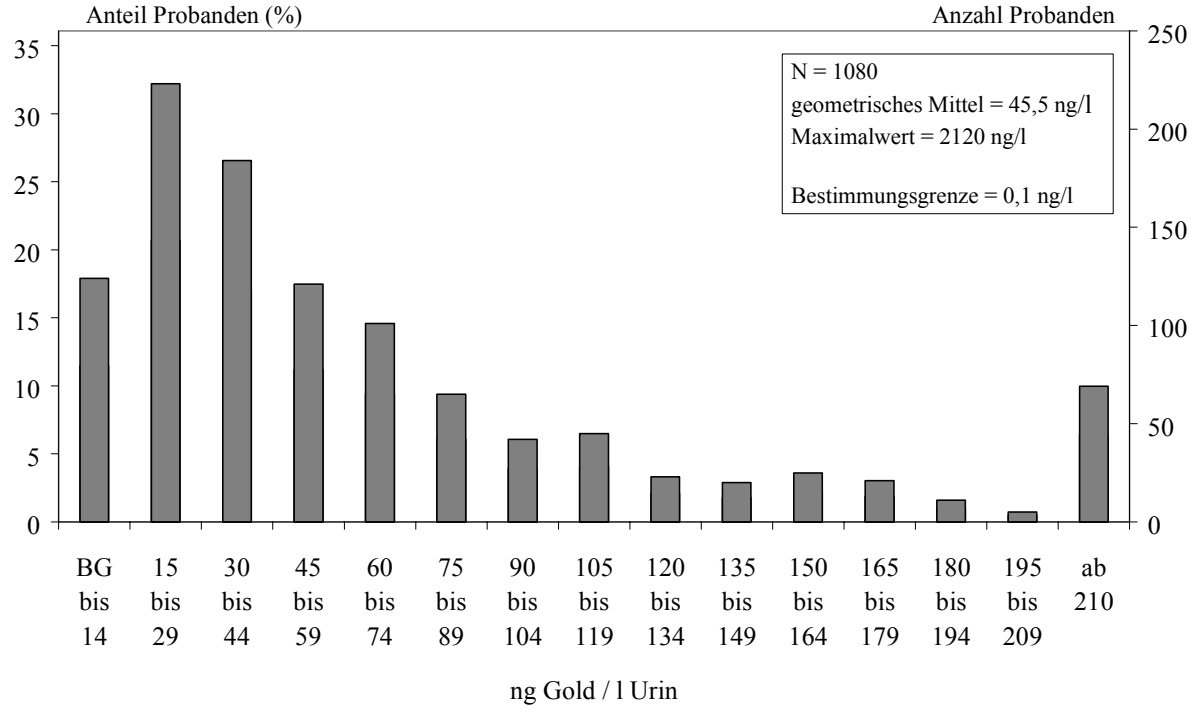

Abb. 9.5.5.1: Gold im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

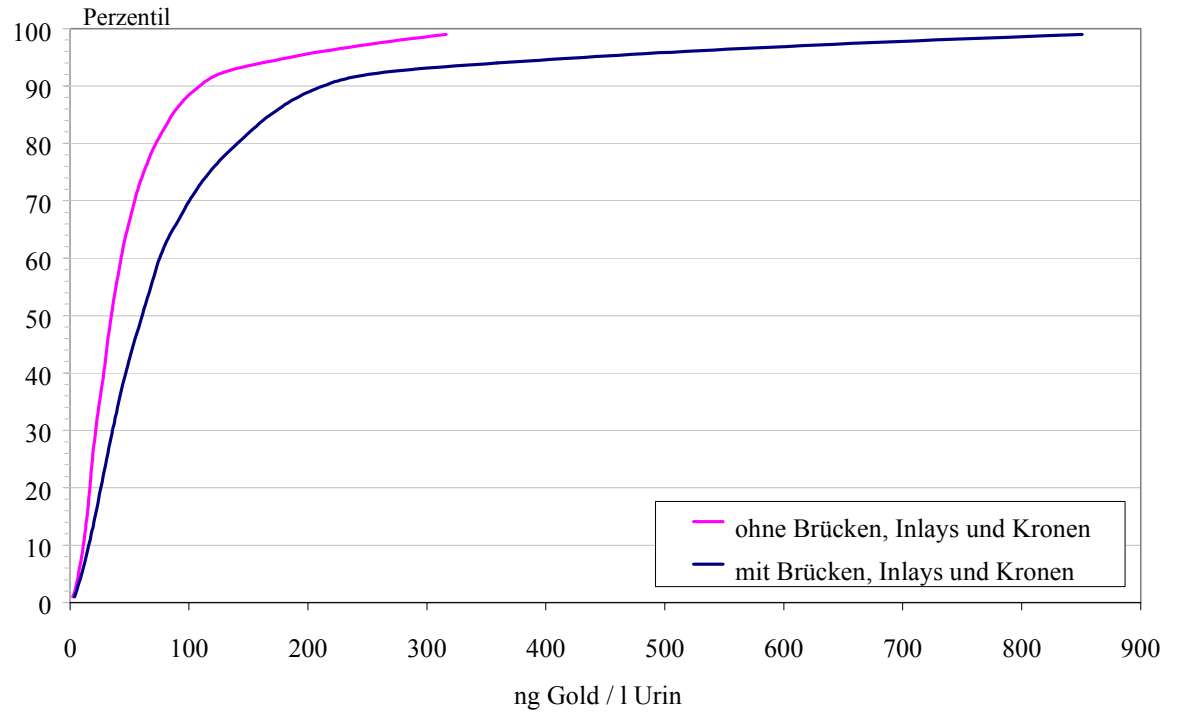

Abb. 9.5.5.2: Gold im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

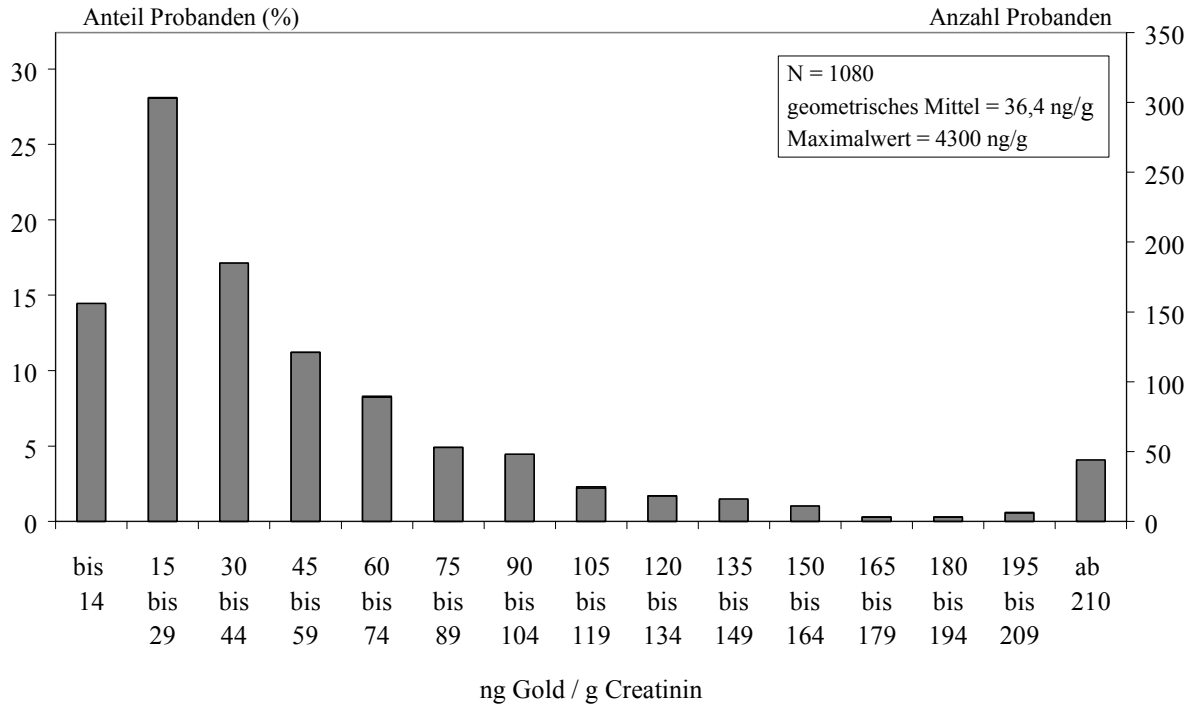

Abb. 9.5.5.3: Gold pro Creatinin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

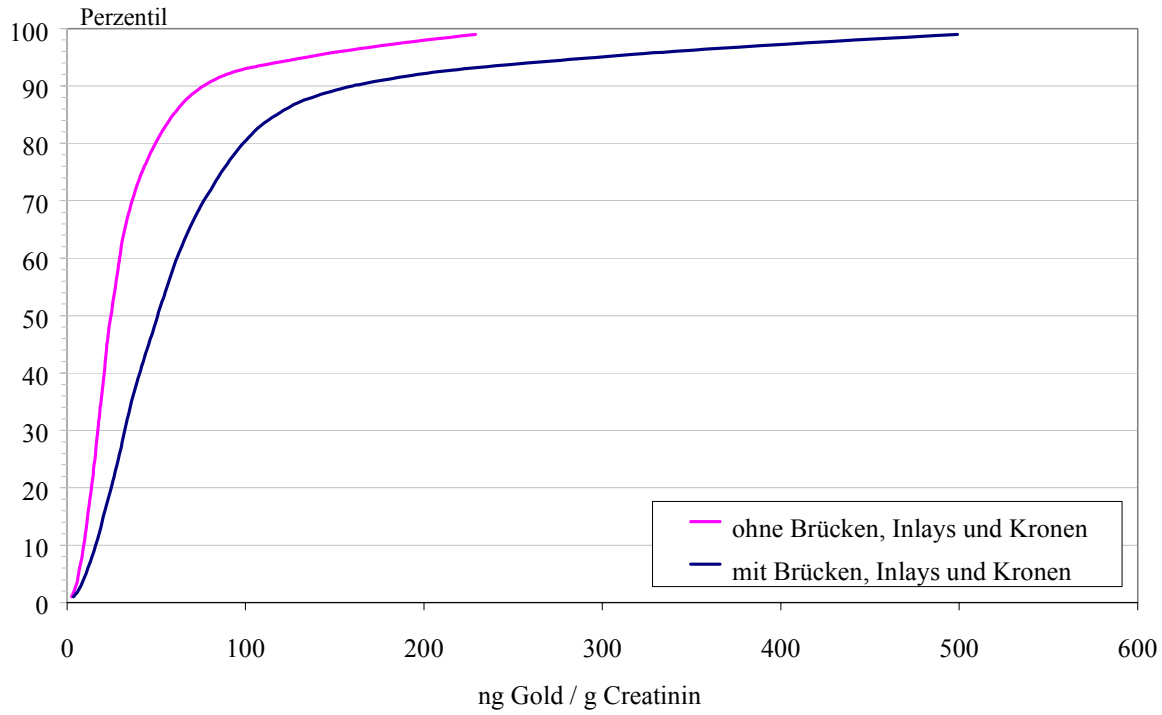

Abb. 9.5.5.4: Gold pro Creatinin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

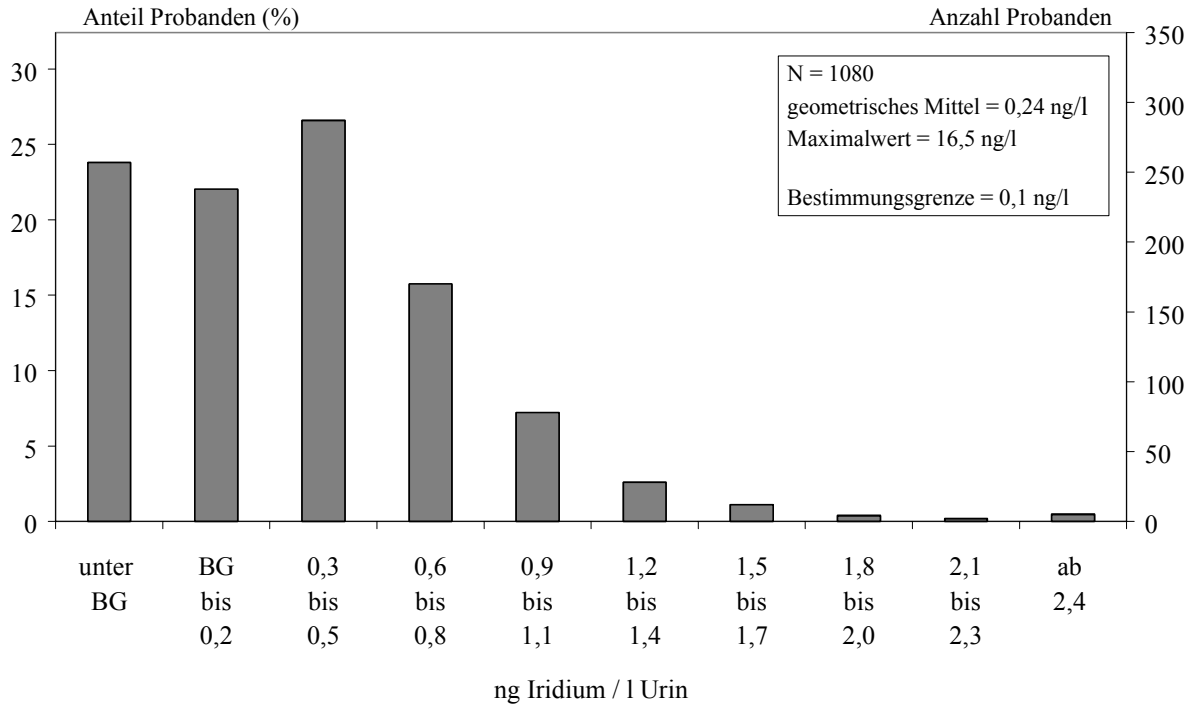

Abb. 9.5.5.5: Iridium im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

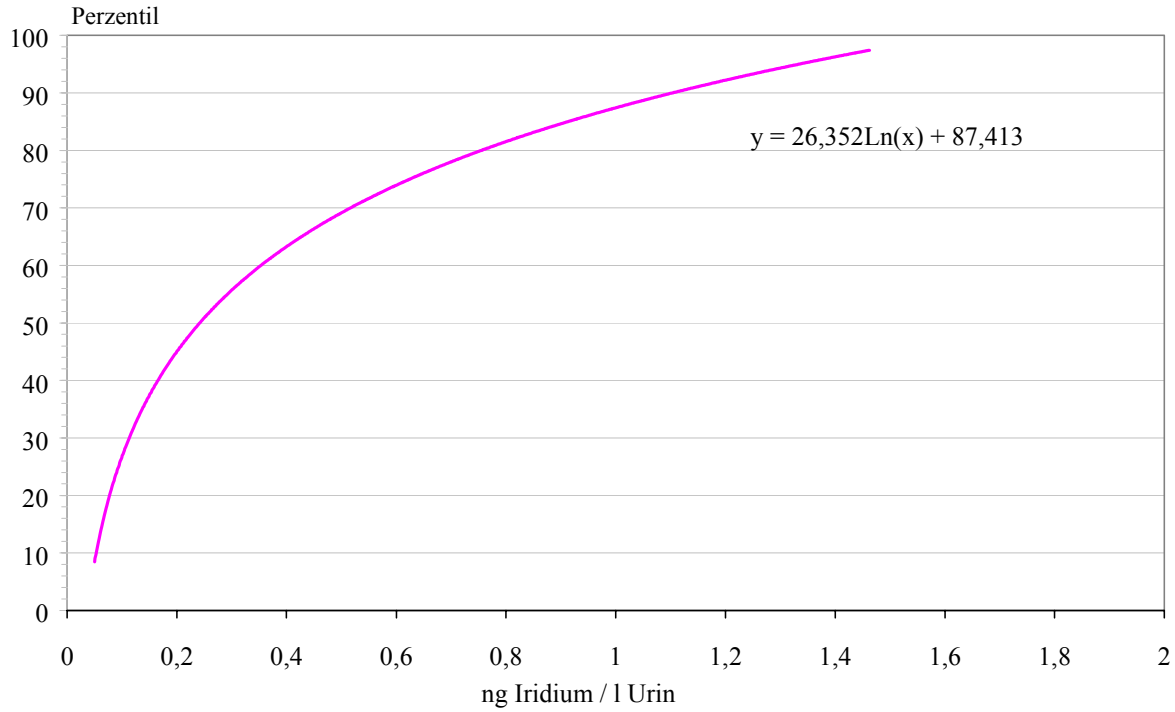

Abb. 9.5.5.6: Iridium im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

Anmerkung: die Kurve wurde gemäß folgender Gleichung angenähert: y=26,335 ln (x) + 87,384 (R^2 = 0,9794)

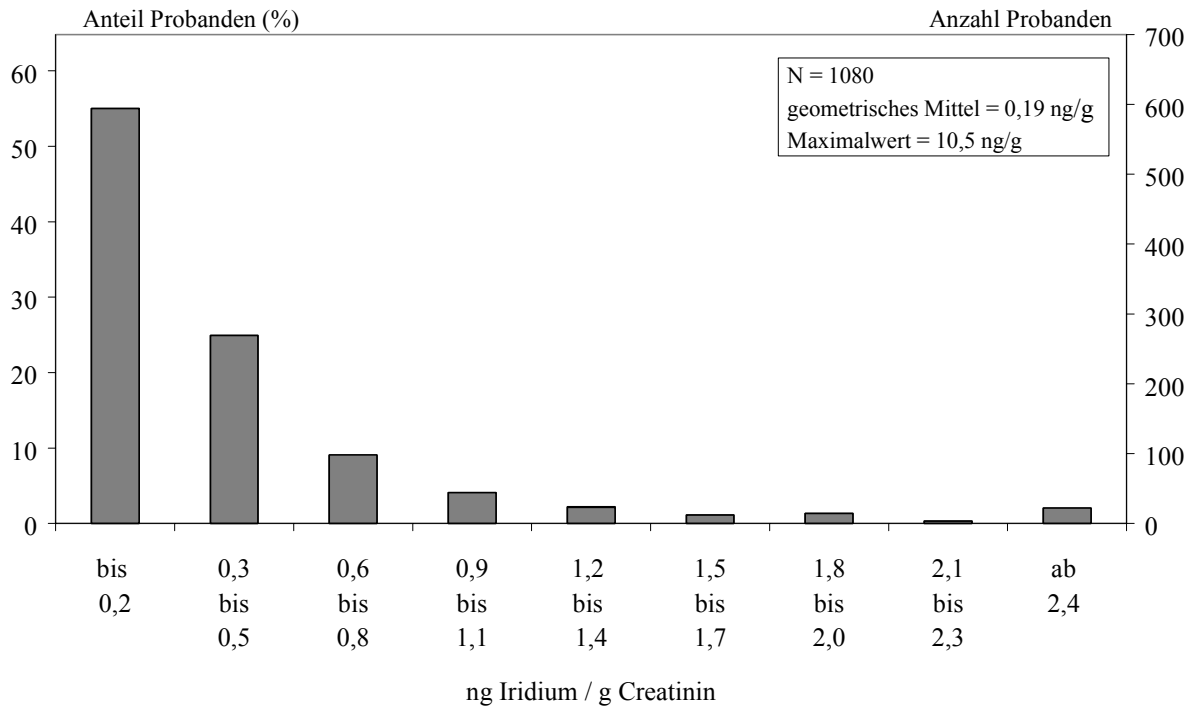

Abb. 9.5.5.7: Iridium pro Creatinin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

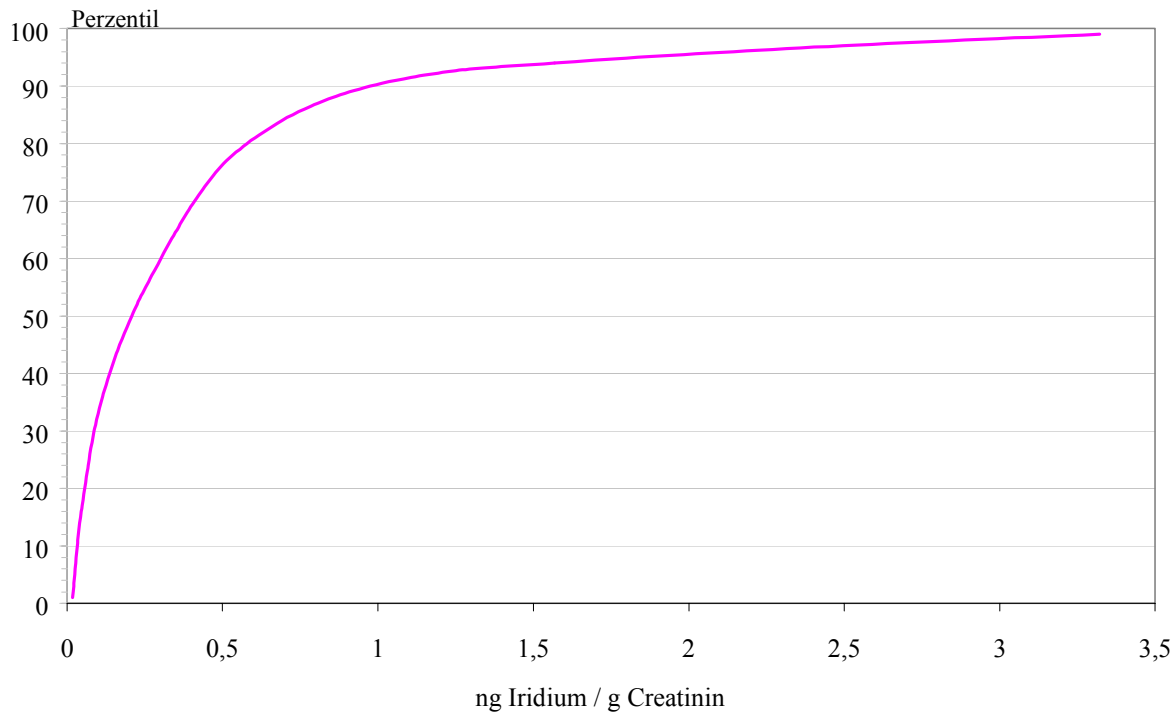

Abb. 9.5.5.8: Iridium pro Creatinin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

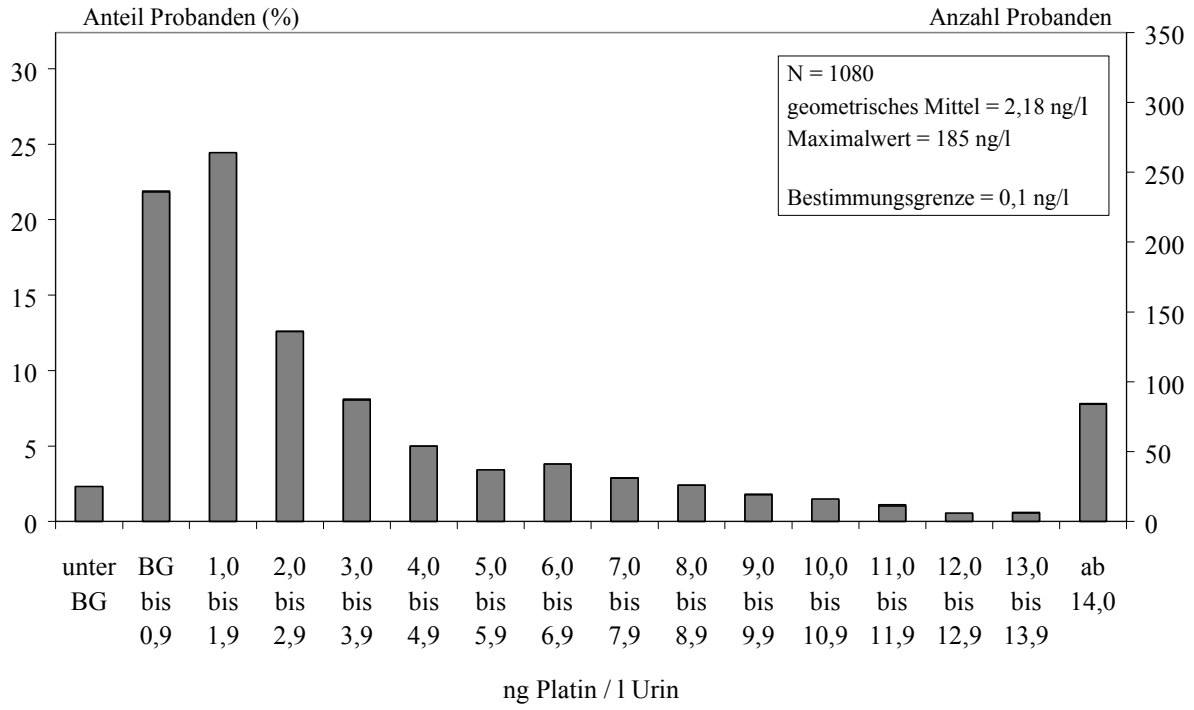

Abb. 9.5.5.9: Platin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

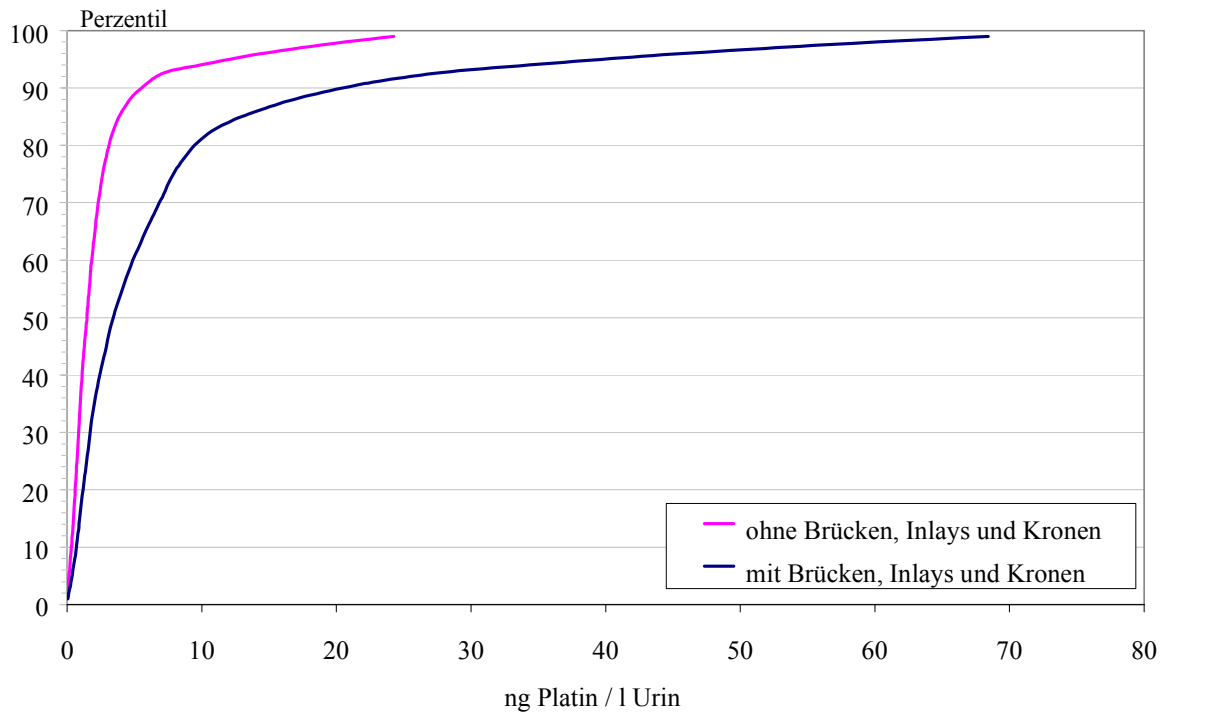

Abb. 9.5.5.10: Platin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

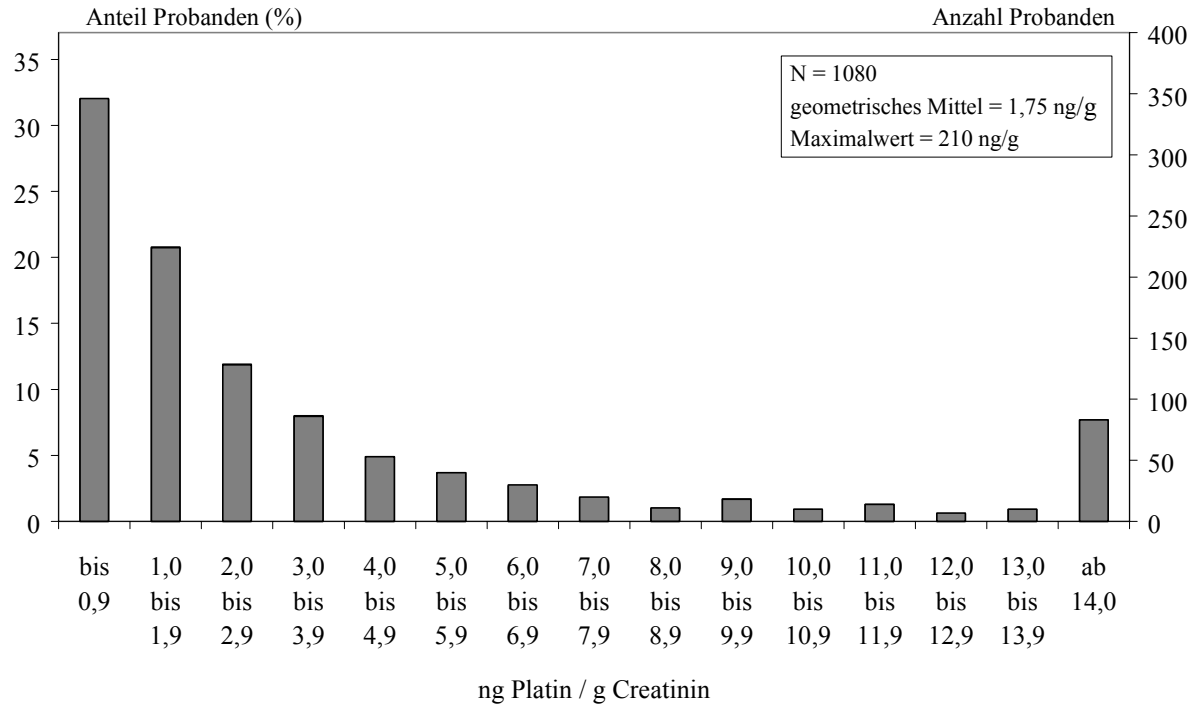

Abb. 9.5.5.11: Platin pro Creatinin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

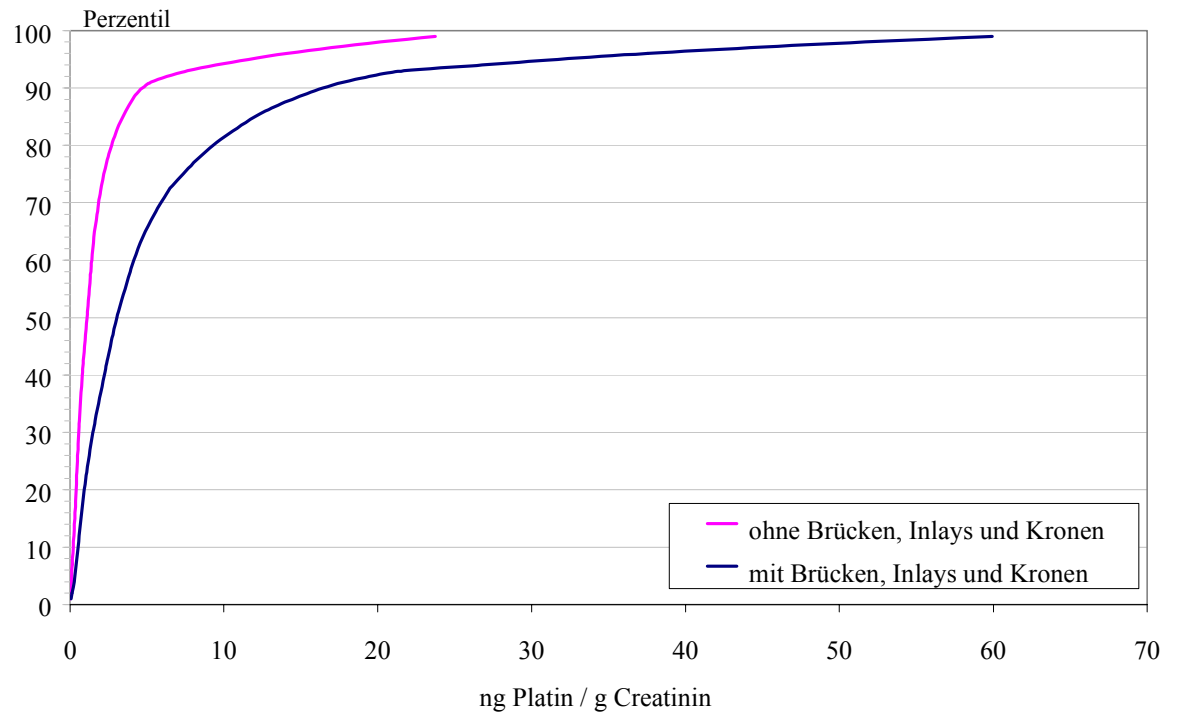

Abb. 9.5.5.12: Platin pro Creatinin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

9.5.6 Nikotin und Cotinin im Urin

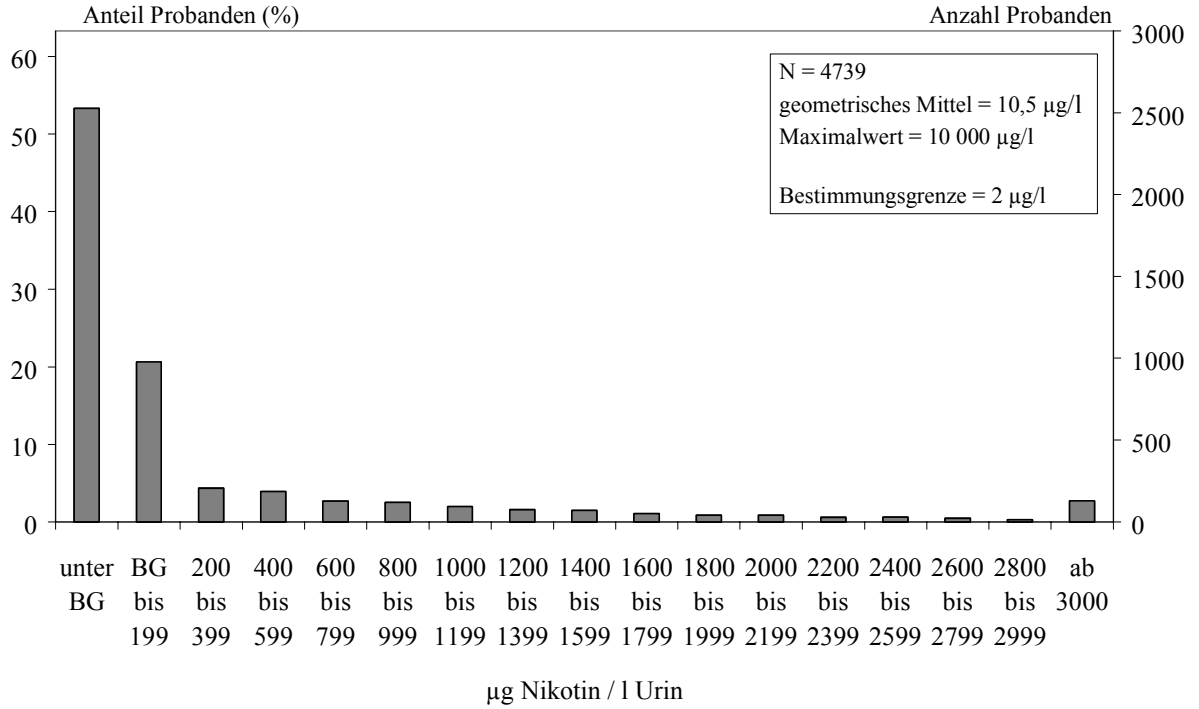

Abb. 9.5.6.1: Nikotin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

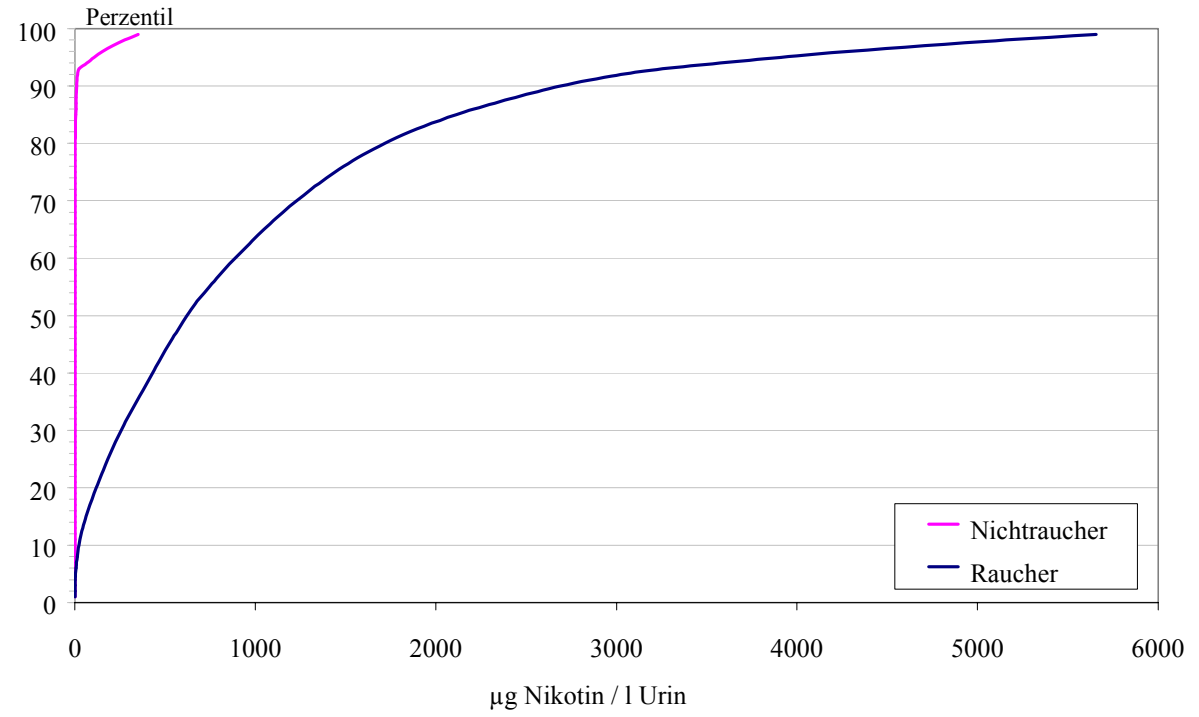

Abb. 9.5.6.2: Nikotin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

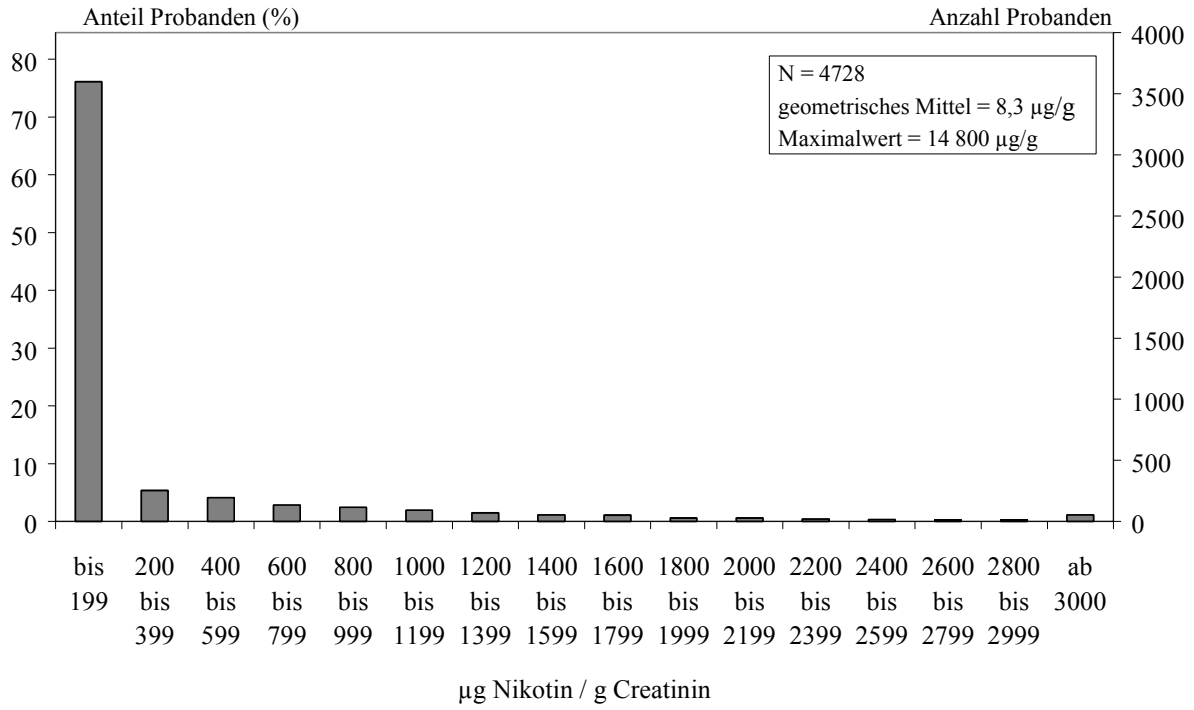

Abb. 9.5.6.3: Nikotin pro Creatinin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

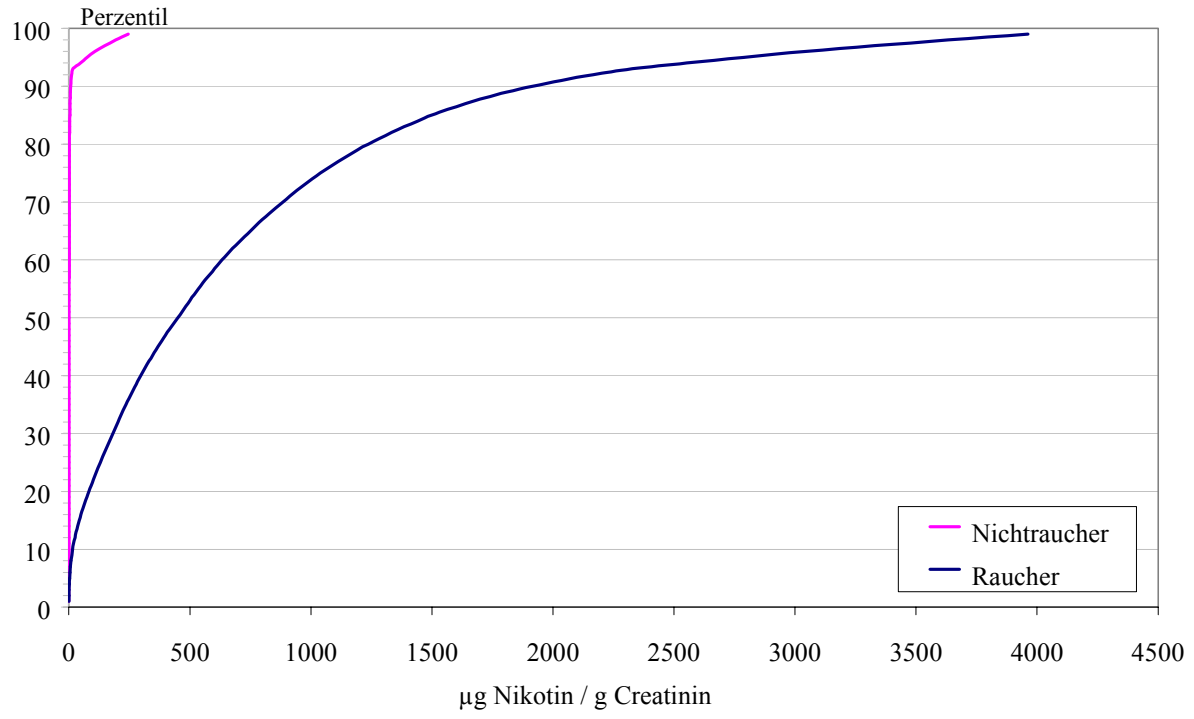

Abb. 9.5.6.4: Nikotin pro Creatinin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

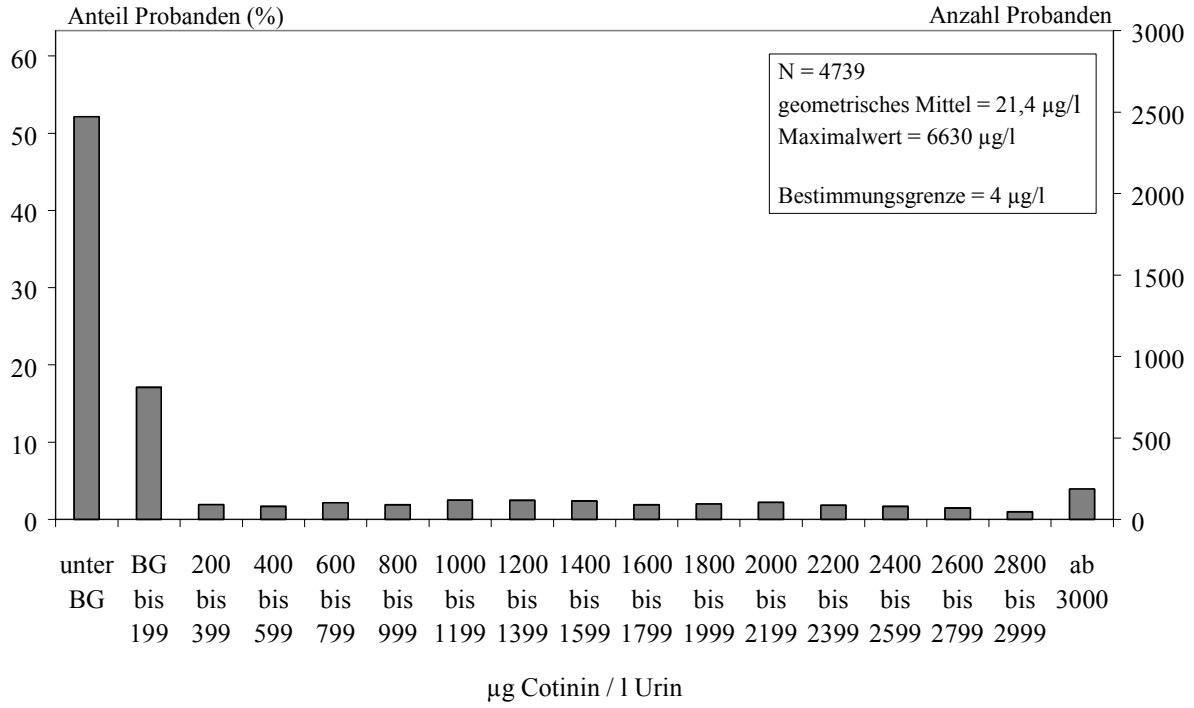

Abb. 9.5.6.5: Cotinin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

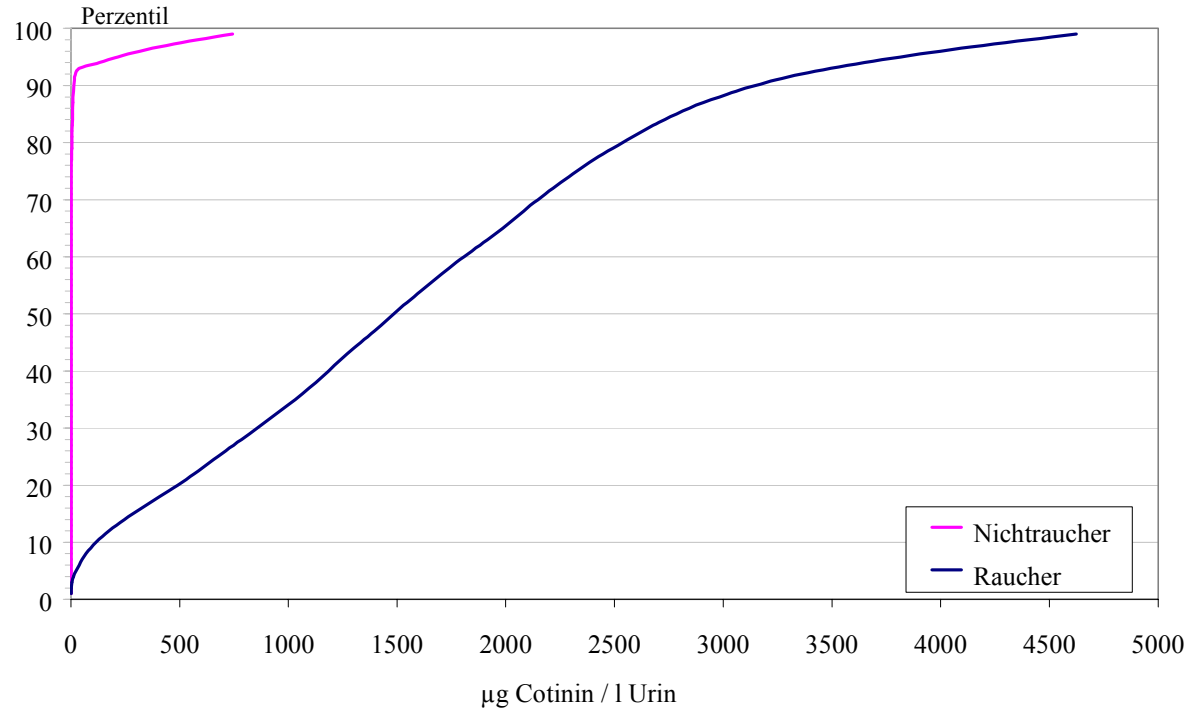

Abb. 9.5.6.6: Cotinin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

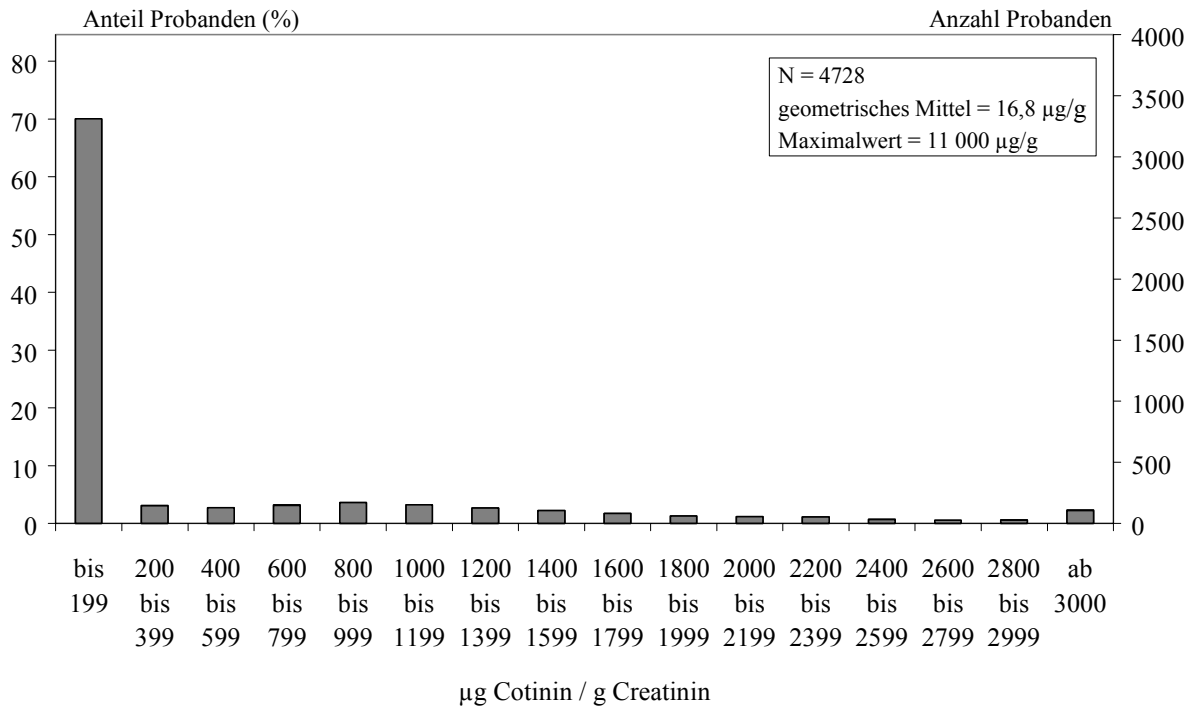

Abb. 9.5.6.7: Cotinin pro Creatinin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

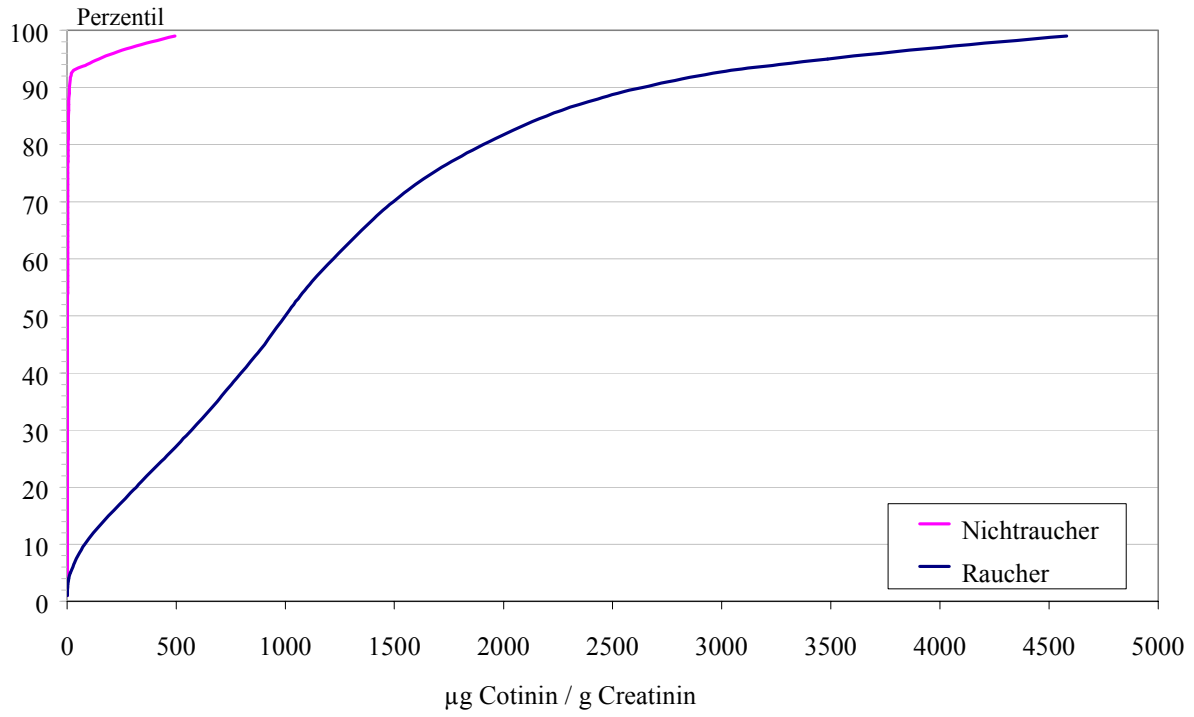

Abb. 9.5.6.8: Cotinin pro Creatinin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

9.5.7 Creatinin im Urin

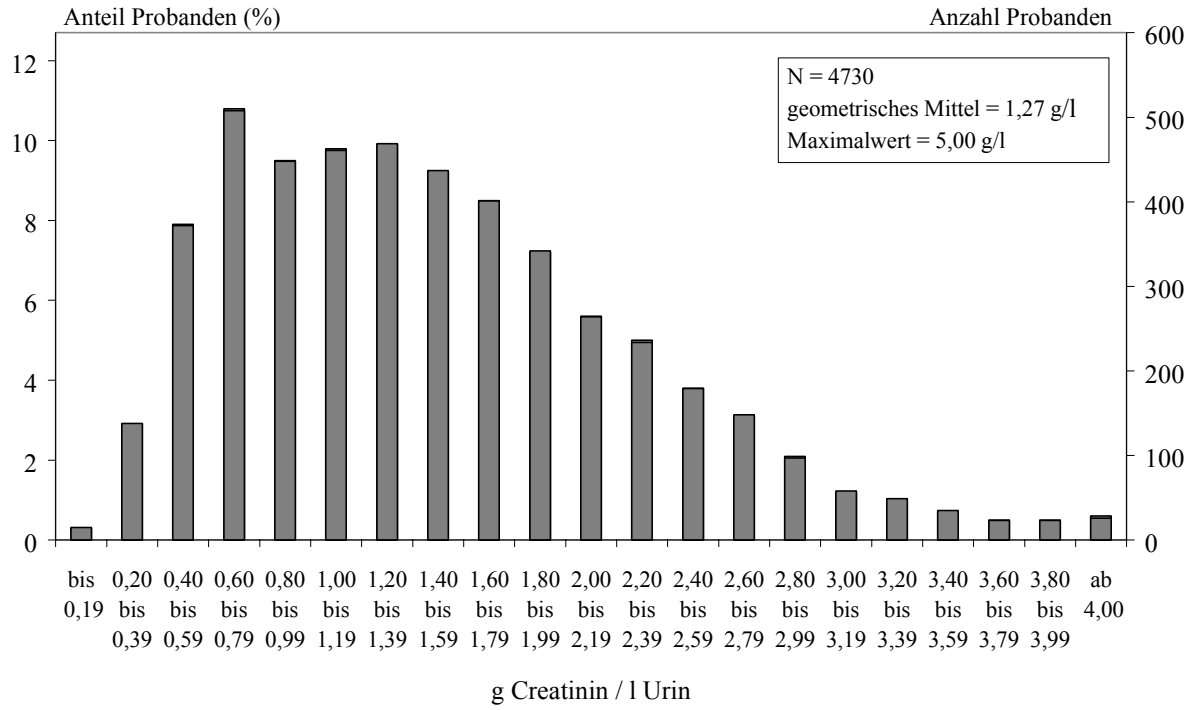

Abb. 9.5.7.1: Creatinin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Histogramm

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

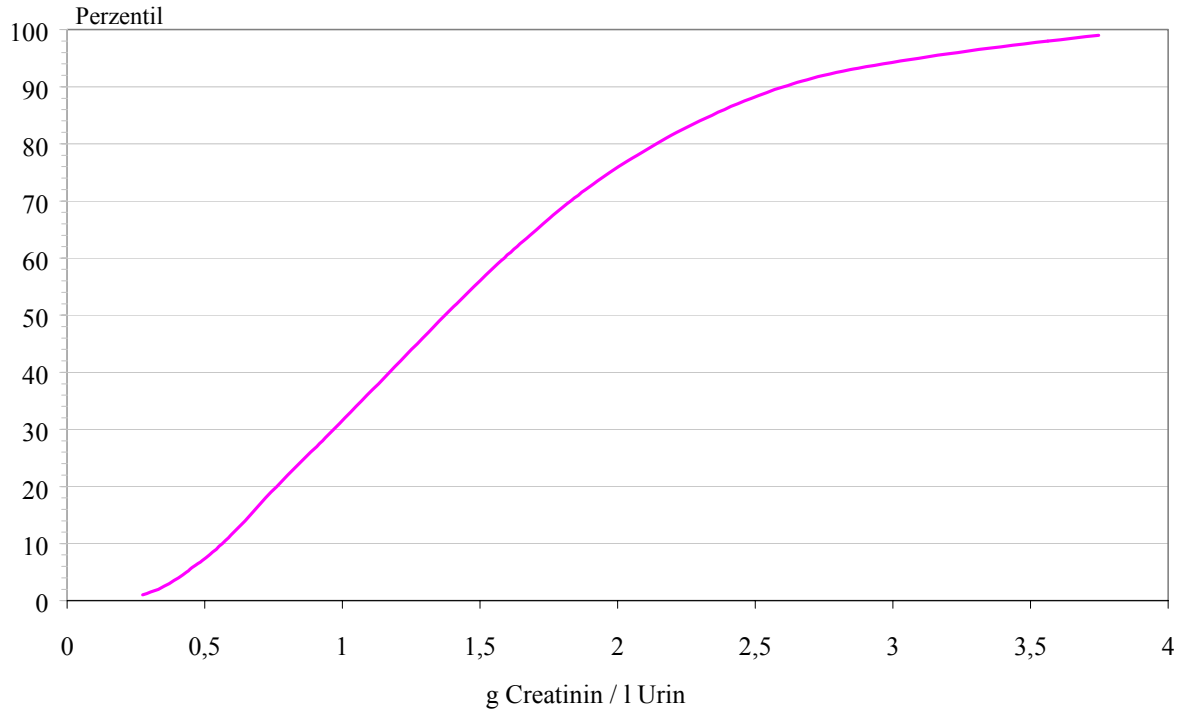

Abb. 9.5.7.2: Creatinin im Urin der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland – Perzentilfunktion

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998