WaBoLu-Hefte

WaBoLu
04/05
ISSN
0175-4211

Umwelt-Survey 1998
Band IX:

PCP und andere Chlorphenole im Urin der Bevölkerung in Deutschland - Belastungsquellen und -pfade

Umwelt Bundes Amt
Für Mensch und Umwelt

UMWELTFORSCHUNGSPLAN DES
BUNDESMINISTERIUMS FÜR UMWELT,
NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT

Forschungsbericht 201 62 214/03
UBA-FB 000709

WaBoLu
04
05
ISSN
0175-4211

Umwelt-Survey 1998
Band IX:

PCP und andere Chlorphenole im Urin der Bevölkerung in Deutschland – Belastungsquellen und -pfade

von

N. Obi-Osius
R. Fertmann
M. Schümann

Arbeitsgruppe Epidemiologie (AgE) der Behörde für Umwelt und Gesundheit und des Instituts für Medizinische Biometrie und Epidemiologie des UKE

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Diese Publikation ist auch als Download unter
http://www.umweltbundesamt.de
verfügbar.

Der Herausgeber übernimmt keine Gewähr
für die Richtigkeit, die Genauigkeit und
Vollständigkeit der Angaben sowie für
die Beachtung Rechte Dritter.
Die in der Studie geäußerten Ansichten
und Meinungen müssen nicht mit denen des
Herausgebers übereinstimmen.

Herausgeber: Umweltbundesamt
Postfach 1406
06844 Dessau
Tel.: +49-340-2103-0
Telefax: +49-340-2103 2285
Internet: http://www.umweltbundesamt.de

Redaktion: Fachgebiet II 1.2
Margarete Seiwert

Berlin, Dezember 2005

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. Darüber hinaus sollen Quellen und Pfade für eine Schadstoffbelastung identifiziert und quantifiziert werden. Untersucht wurde eine repräsentative Querschnittsstichprobe der 18- bis 69-jährigen Wohnbevölkerung in der Bundesrepublik. Das Erhebungsinstrumentarium umfasste 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

Band VI: Umwelt-Survey 1998. Nikotin und Cotinin im Urin der Bevölkerung in Deutschland - Belastungsquellen und -pfade

Band VII: Umwelt-Survey 1998. Arsen, Schwermetalle und Edelmetalle in Blut und Urin der Bevölkerung in Deutschland - Belastungsquellen und -pfade

Band VIII: Umwelt-Survey 1998. PAK-Metaboliten im Urin der Bevölkerung in Deutschland - Belastungsquellen und -pfade

Band IX: Umwelt-Survey 1998. PCP und andere Chlorphenole im Urin der Bevölkerung in Deutschland - Belastungsquellen und -pfade

Band X: Umwelt-Survey 1998. Chlororganische Verbindungen im Blut der Bevölkerung in Deutschland - Belastungsquellen und -pfade

In Band II bis V werden deskriptive Auswertungen der verschiedenen Erhebungsinstrumente dargestellt, in den folgenden Bänden multivariate Analysen zur Bewertung wesentlicher Belastungspfade für ausgewählte Schadstoffe.

Berichts-Kennblatt

1. Berichtsnummer UBA-FB	2.	3.
4. Titel des Berichts PCP und andere Chlorphenole im Morgenurin, Umwelt-Survey 1998 Bewertung der wesentlichen Pfade der Schadstoffbelastung der Allgemeinbevölkerung mit Hilfe multivariater Analysen		

5. Autor(en), Name(n), Vorname(n) Obi-Osius, Nadia Fertmann, Regina Schümann, Michael	8. Abschlußdatum Juli 2003
6. Durchführende Institution (Name, Anschrift) Arbeitsgruppe Epidemiologie der Behörde für Umwelt und Gesundheit und des IMBE im UKE Winterhuder Weg 29 22085 Hamburg	9. Veröffentlichungsdatum 10. UFOPLAN-Nr. 201 62 214/03
7. Fördernde Institution (Name, Anschrift) Umweltbundesamt, Postfach 33 00 22, D-14191 Berlin	11. Seitenzahl 173 12. Literaturangaben 51 13. Tabellen und Diagramme 61 14. Abbildungen 30

15. Zusätzliche Angaben

16. Kurzfassung

Ziel ist die Identifizierung von Einflussfaktoren für die korporale Belastung mit Chlorphenolen (CP) in der Allgemeinbevölkerung auf Basis der Daten des Umwelt-Surveys 1998.
Im Rahmen der Querschnittstudie wurden bei einer Teilstichprobe von Erwachsenen (N=692, 18-69 Jahre) 9 CPs im Morgenurin bestimmt (4-, 2,4-; 2,5-; 2,6-Di-, 2,3,4-; 2,4,5-, 2,4,6-Tri-, 2,3,4,6-Tetra- und PCP) und mittels multivariater logistischer und linearer Regressionsanalysen auf Einflussfaktoren untersucht. Fragebogenangaben zu Wohnort, Wohnumgebung, Expositionen im Haushalt und Lebensstilfaktoren standen u.a. zur Verfügung.
Der dominierende Einflussfaktor für alle CPs ist, als Maß für die Konzentration des Urins, der Kreatiningehalt: Mit höherer Konzentration nehmen die Chlorphenolgehalte zu. Frauen haben zumeist höhere Chlorphenolgehalte als Männer. Statistisch signifikante Prädiktoren für CP im Urin sind Biozidanwendungen zum Textil- und Körperschutz (niedrig chlorierte Phenole), zur Haustierpflege und als Holzschutzmittel (höherchlorierte Phenole). In den neuen Bundesländern haben Erwachsene höhere 2,4- und 2,5 DiCP-Uringehalte aber niedrigere 2,3,4-TriCP- und PCP-Gehalte. Angehörige einiger Berufsgruppen (Krankenschwestern, Reinigungskräfte, Maler/Lackierer), die evtl. mit Desinfektionsmitteln oder Lösungsmitteln exponiert sind, weisen häufiger höhere CP-Werte im Urin auf. Statistisch signifikante Ernährungsfaktoren sind der tägliche Verzehr von Cerealien (Müsli, Cornflakes etc.), der Fischverzehr vor der Urinabgabe und ein höherer Alkoholkonsum (alle assoziiert mit höheren CP-Gehalten im Urin).
Die PCP-Konzentration im Hausstaub hängt statistisch signifikant positiv mit der PCP-Urinkonzentration zusammen.
Die ermittelten Einflussfaktoren müssen vorsichtig interpretiert werden, da bisher relativ wenig über die Belastung der Allgemeinbevölkerung mit CP bekannt ist und einige Ergebnisse auf geringen Fallzahlen basieren bzw. nur in Untergruppen Relevanz erlangen. In zukünftigen Studien sollte den gewonnenen Hinweisen nachgegangen werden, z.B. Biozidanwendungen in Haus und Garten, Gebrauch von Reinigungsmitteln, häusliche Aufenthaltszeiten und die Ernährung unmittelbar vor der Probennahme.

17. Schlagwörter

Umwelt-Survey 1998, Urin, Chlorphenole, Trichlorphenol, PCP, Erwachsene, Einflussfaktoren
Biozide zum Textilschutz, Biozide für Haustiere, Biozide für den Körper, Desinfektionsmittel
berufliche Exposition, Hausstaub, Holzschutzmittel
Ernährung, Getreide, Fisch

18. Preis	19.	20.

Report Cover Sheet

1. Report No. UBA-FB	2.	3.
4. Report Title Chlorophenols in morning urine, Environmental Survey 1998 Assessment of main exposure pathways of body burden in the general population by multivariate analyses		
5. Autor(s), Family Name(s), First Name(s) Obi-Osius, Nadia Fertmann, Regina Schümann, Michael		8. Report Date July 2003
		9. Publication Date
6. Performing Organisation (Name, Address) Arbeitsgruppe Epidemiologie der Behörde für Umwelt und Gesundheit und des IMBE im UKE Winterhuder Weg 29 22085 Hamburg		10. UFOPLAN-Ref. No. 201 62 214/03
		11. No. of Pages 173
7. Sponsoring Agency (Name, Address) Umweltbundesamt, Postfach 33 00 22, D-14191 Berlin		12. No. of Reference 51
		13. No. of Tables, Diagrams 61
		14. No. of Figures 30
15. Supplementary Notes		
16. Abstract Objective: To identify the main influences on chlorophenol (CP) body burden with the data from the German Environmental Survey 1998 in the general population. Methods: Within the cross-sectional study nine CPs (4-mono-, three di-, three tri-, 2,3,4,6-tetra-, and PCP) were measured in morning urine of a subsample of adults (n=692, 18-69 years old) and statistically analyzed by multivariate logistic and linear regression with respect to main determinants for each of the CP congeners. Information on place of residence, living environment, household exposures and lifestyle were obtained by questionnaires. Additionally, PCP in house dust was determined in a subgroup. Results: The urinary creatinine content, as a measure of urine concentration, is the dominant covariate in all CP models. Increasing creatinine concentrations are associated with rising CP. In general, women have higher CP concentraions compared to men, except of 2,4- and 2,5-diCP. Statistically significant predictors for urinary CP are use of biocides for protection of textiles, body (4-mono- and diCP), pets and use of wood preservatives (higher chlorinated phenols). In the new federal states adults have higher 2,4- and 2,5-diCP but lower 2,3,4-tri- and PCP contents compared with the old federal states. Some occupational groups (health nurses, cleaning-staff, painter), possibly exposed to disinfection agents or solvents more frequently have CP concentrations in the upper range. Among food-stuffs and beverages daily intake of cereals, frequent consumption of fish and alcohol are significantly associated with urinary CP content. Discussion: Until now knowledge of the pathways of CP in the general population is limited. Because some of the identified determinants are based on small numbers and some of them are relevant only in subgroups, results must be interpreted carefully. Yet, the evidence for exposure to CP by use of disinfection and biocides in the house and garden, duration of staying in the house or nutrition just before urine sampling should be evaluated in future.		
17. Keywords German Environmental Survey 1998, chlorophenols, trichlorophenol, PCP, adults, determinants creatinine, urine, sex, pesticide, biocides, disinfection occupational exposure, house dust, wood preservative diet, fish, cereals		
18. Price	19.	20.

I. Inhalt

I. Inhalt I
II. Tabellenverzeichnis IV
III. Abbildungsverzeichnis VI
IV. Abkürzungsverzeichnis VII
Zusammenfassung VIII
Summary XIII
1 Einleitung 1
2 Vorkommen und Hypothesen zu Aufnahmepfaden 3
2.1. Vorkommen der Chlorphenole 3
2.2 Ausgangsbedingungen und Grenzen der Analysen 5
2.3 Hypothesenbildung 6
3 Methoden 14
3.1 Stichprobe und Teilstichproben 14
3.2 Probennahme, Analytik und Qualitätskontrolle 14
3.3 Auswahl der Zielgrößen 15
3.4 Auswahl und Form der möglichen Einflussgrößen und Prädiktoren 16
3.5 Statistische Grundlagen 20
3.5.1 Auswertung mittels Regressionsanalyse 20
3.5.1.1 Lineare Regressionsanalyse 20
3.5.1.2 Logistische Regressionsanalyse 22
3.5.2 Methode der Modellwahl 23
4 Ergebnisse 27
4.1 Häufigkeiten der potenziellen Einflussgrößen 27
4.2 Kreatinin, Urinmenge, Flussrate und Alter und Geschlecht 28
4.3 4-Monochlorphenol im Morgenurin 29
4.3.1 Lineare Regressionsmodelle mit 4-Monochlorphenol im Urin 31
4.3.2 Lineare Modelle von 4-Monochlorphenol mit Kreatininbezug 31
4.3.3 Logistische Regressionsmodelle von 4-Monochlorphenol im Urin 32
4.3.4 Logistische Modelle von 4-Monochlorphenol differenziert nach alten und neuen Bundesländern 34
4.3.5 Logistische Regression von 4-Monochlorphenol nach Geschlecht 35
4.3.6 Diskussion von 4-Monochlorphenol im Urin 36
4.4 2,4-Dichlorphenol im Morgenurin 38
4.4.1 Lineare Regressionsmodelle für 2,4-Dichlorphenol (Volumenbezug) 40
4.4.2 Lineare Regressionsmodelle von 2,4-Dichlorphenol mit Kreatininbezug 40
4.4.3 Logistische Regressionsmodelle von 2,4-Dichlorphenol im Urin 40
4.4.4 Logistische Modelle von 2,4-Dichlorphenol nach alten und neuen Bundesländern 42
4.4.5 Logistische Modelle von 2,4-Dichlorphenol nach Geschlecht 43
4.4.6 Diskussion von 2,4 Dichlorphenol im Urin 44
4.5 2,5-Dichlorphenol im Morgenurin 46
4.5.1 Lineare Regressionsmodelle von 2,5-Dichlorphenol im Urin 48
4.5.2 Lineare Modelle von 2,5-Dichlorphenol im Urin mit Kreatininbezug 48
4.5.3 Logistische Regressionsmodelle von 2,5-Dichlorphenol 49

4.5.4 Logistische Modelle von 2,5-DiCP nach alten und neuen Bundesländern 51
4.5.5 Logistische Modelle von 2,5-Dichlorphenol nach Geschlecht 52
4.5.6 Diskussion von 2,5-Dichlorphenol im Urin 53
4.6 2,6-Dichlorphenol im Morgenurin 55
4.6.1 Logistische Regressionsmodelle mit 2,6-Dichlorphenol im Urin 56
4.6.2 Logistische Modelle von 2,6-Dichlorphenol nach alten und neuen Bundesländern 58
4.6.3 Logistische Modelle von 2,6-Dichlorphenol nach Geschlecht 59
4.6.4 Diskussion von 2,6-Dichlorphenol im Urin 60
4.7 2,3,4-Trichlorphenol im Morgenurin 61
4.7.1 Logistische Regressionsmodelle von 2,3,4-Trichlorphenol 62
4.7.2 Logistische Modelle von 2,3,4-Trichlorphenol nach alten und neuen Bundesländern 65
4.7.3 Logistische Modelle von 2,3,4-Trichlorphenol nach Geschlecht 66
4.7.4 Diskussion von 2,3,4-Trichlorphenol im Urin 66
4.8. 2,4,5-Trichlorphenol im Morgenurin 68
4.8.1 Lineare Regressionsmodelle mit 2,4,5-Trichlorphenol (Volumenbezug) 70
4.8.2 Lineare Regressionsmodelle von 2,4,5-Trichlorphenol mit Kreatininbezug 74
4.8.3 Lineare Regressionsmodelle von 2,4,5-Trichlorphenol nach alten und neuen Bundesländern 75
4.8.4 Lineare Modelle von 2,4,5-Trichlorphenol nach Geschlecht 75
4.8.5 Logistische Regression von 2,4,5-Trichlorphenol im Morgenurin 76
4.8.6 Diskussion von 2,4,5-Trichlorphenol im Morgenurin 77
4.9 2,4,6-Trichlorphenol im Urin 78
4.9.1 Lineare Regressionsmodelle mit 2,4,6-Trichlorphenol (Volumenbezug) 80
4.9.2 Lineare Modelle von 2,4,6-Trichlorphenol mit Kreatininbezug 80
4.9.3 Logistische Regressionsmodelle von 2,4,6-Trichlorphenol 81
4.9.4 Logistische Modelle von 2,4,6-Trichlorphenol nach alten und neuen Bundesländern 83
4.9.5 Logistische Modelle von 2,4,6-Trichlorphenol nach Geschlecht 84
4.9.6 Diskussion von 2,4,6-Trichlorphenol im Urin 85
4.10 2,3,4,6-Tetrachlorphenol im Morgenurin 86
4.10.1 Logistische Regressionsmodelle von 2,3,4,6-Tetrachlorphenol 88
4.10.2 Logistische Modelle von 2,3,4,6-Tetrachlorphenol nach alten und neuen Bundesländern 90
4.10.3 Logistische Modelle von 2,3,4,6-Tetrachlorphenol nach Geschlecht 90
4.10.4 Diskussion von 2,3,4,6-Tetrachlorphenol 91
4.11 Pentachlorphenol im Morgenurin 92
4.11.1 Lineare Regressionsmodelle von Pentachlorphenol im Urin 94
4.11.2 Lineare Modelle von Pentachlorphenol nach alten und neuen Bundesländern 96
4.11.3 Lineare Modelle von Pentachlorphenol nach Geschlecht 97
4.11.4 Logistische Modelle von Pentachlorphenol im Urin 97
4.11.5 Ausscheidung von Pentachlorphenol im Morgenurin in der Gruppe mit Bestimmung von Pentachlorphenol im Hausstaub 98
4.11.6 Diskussion von Pentachlorphenol im Urin 102

5 Überblick über Ergebnisse der Chlorphenole im Morgenurin 103
6 Diskussion der Ergebnisse im Überblick 113
7 Fazit 120
8 Literatur 123
9 Anhang 129
9.1 Tabellenverzeichnis des Anhangs 129
9.2 Abbildungsverzeichnis des Anhangs 131

II. Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.1: Potentielle Einflussgrößen für Chlorphenole im Urin 9
Tabelle 3.1: Spearman-Rangkorrelationen der Chlorphenole im Urin (Volumenbezug) untereinander und mit Kreatinin 16
Tabelle 3.2: Prädiktoren für die Chlorphenolausscheidung 19
Tabelle 4.1.1: Teilnahme von Männern und Frauen nach alten und neuen Ländern 27
Tabelle 4.1.2: Altersklassen und Kreatininkonzentration im Urin 27
Tabelle 4.2: Zusammenhang von Alter, Trinken, Gewicht und Kreatinin im Urin 28
Tabelle 4.3.1: Verteilung von 4-Monochlorphenol im Urin (ungewichtete Daten) ... 29
Tabelle 4.3.2: Logistisches Abschlussmodell von 4-Monochlorphenol: unteres versus oberes Tertil 33
Tabelle 4.3.3: Logistisches Modell von 4-Monochlorphenol für Probanden in den alten Bundesländern 35
Tabelle 4.4.1: Verteilung von 2,4-Dichlorphenol im Urin (ungewichtete Daten) 38
Tabelle 4.4.2: Logistisches Abschlussmodell von 2,4-Dichlorphenol: unteres versus oberes Tertil 41
Tabelle 4.4.3: Logistisches Abschlussmodell von 2,4-Dichlorphenol für Frauen 44
Tabelle 4.5.1: Verteilung von 2,5-Dichlorphenol im Urin (ungewichtete Daten) 46
Tabelle 4.5.2: Logistisches Abschlussmodell von 2,5-Dichlorphenol im Urin, unteres vs. oberes Tertil 50
Tabelle 4.6.1: Verteilung von 2,6-Dichlorphenol im Urin (ungewichtete Daten) 55
Tabelle 4.6.2: Logistisches Abschlussmodell von 2,6-Dichlorphenol: Unter der Bestimmungsgrenze versus darüber 57
Tabelle 4.6.3: Logistische Abschlussmodelle von 2,6-Dichlorphenol nach Wohnort: unter der Bestimmungsgrenze (BG) versus darüber 59
Tabelle 4.7.1: Verteilung von 2,3,4-Trichlorphenol im Urin (ungewichtete Daten) .. 61
Tabelle 4.7.2: Logistisches Abschlussmodell von 2,3,4-Trichlorphenol: Unter der Bestimmungsgrenze (BG) versus darüber 64
Tabelle 4.8.1: Verteilung von 2,4,5-Trichlorphenol im Urin (ungewichtete Daten) .. 68
Tabelle 4.8.2: Lineares Abschlussmodell von 2,4,5-Trichlorphenol (Volumenbezug) 70
Tabelle 4.9.1: Verteilung von 2,4,6-Trichlorphenol im Urin (ungewichtete Daten) .. 78
Tabelle 4.9.2: Logistisches Abschlussmodell von 2,4,6-Trichlorphenol: Unteres versus oberes Tertil 82
Tabelle 4.10.1: Verteilung von 2,3,4,6-Tetrachlorphenol im Urin (ungewichtete Daten) 86
Tabelle 4.10.2: Logistisches Abschlussmodell von 2,3,4,6-Tetrachlorphenol: unter der Bestimmungsgrenze (BG) versus oberes Tertil 89
Tabelle 4.11.1: Verteilung von Pentachlorphenol im Urin (ungewichtete Daten) 92
Tabelle 4.11.2: Lineares Abschlussmodell von Pentachlorphenol (Volumenbezug) ... 95

Tabelle 4.11.3: Verteilung von Pentachlorphenol im Hausstaub (Staubsaugerbeutel) 98
Tabelle 4.11.4: Lineares Modell von Pentachlorphenol (Volumenbezug, logarithmiert) in der Untergruppe mit PCP im Hausstaub 100
Tabelle 5: Zusammenfassung der Ergebnisse für die Chlorphenolausscheidung im Urin 111

III. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.1: Modell der Expositionspfade und Einordnung der vorhandenen Prädiktoren und Zielgrößen 8
Abbildung 4.3.1: Verteilung von 4-Monochlorphenol (original und logarithmiert) . 30
Abbildung 4.3.2: Einflussgrößen für 4-Monochlorphenol im Urin (Odds-Ratios und 95%-Konfidenzintervalle) 34
Abbildung 4.4.1: 2,4-Dichlorphenol (original und logarithmiert)..... 39
Abbildung 4.4.2: Einflussgrößen für 2,4-Dichlorphenol im Urin (Odds-Ratios und 95%-Konfidenzintervalle) 42
Abbildung 4.5.1: 2,5-Dichlorphenol im Urin (original und logarithmiert) 47
Abbildung 4.5.2: Einflussgrößen für 2,5-Dichlorphenol im Urin (Odds-Ratios und 95%-Konfidenzintervalle) 51
Abbildung 4.6.1: Verteilung von 2,6-Dichlorphenol im Urin (original)..... 55
Abbildung 4.6.2: Einflussgrößen für 2,6-Dichlorphenol im Urin (Odds-Ratios und 95%-Konfidenzintervalle) 57
Abbildung 4.7.1: 2,3,4-Trichlorphenol im Urin (original und logarithmiert) 61
Abbildung 4.7.2: Einflussgrößen für 2,3,4-Trichlorphenol im Urin (Odds-Ratios und 95%-Konfidenzintervalle) 65
Abbildung 4.8.1: Verteilungen von 2,4,5-Trichlorphenol (original und logarithmiert)..... 69
Abbildung 4.8.2: Einflussgrößen für 2,4,5-Trichlorphenol im Urin (10 Varianzkomponenten des linearen Abschlussmodells) 72
Abbildung 4.8.3: Relative Zunahme von 2,4,5-TriCP im Urin mit Kreatinin im Urin..... 73
Abbildung 4.8.4: Relative Zunahme von 2,4,5-TriCP im Urin mit dem Alter..... 73
Abbildung 4.8.5: Relative Zunahme von 2,4,5-TriCP im Urin mit der letzten Anwendung von Bioziden zur Tierpflege 74
Abbildung 4.9.1: 2,4,6-Trichlorphenol im Urin (original und logarithmiert) 78
Abbildung 4.9.2: Einflussgrößen für 2,4,6-Trichlorphenol im Urin (Odds-Ratios und 95%-Konfidenzintervalle) 83
Abbildung 4.10.1: Verteilung von 2,3,4,6-Tetrachlorphenol im Urin (original)..... 87
Abbildung 4.10.2: Einflussgrößen für 2,3,4,6-Tetrachlorphenol im Urin (Odds-Ratios und 95%-Konfidenzintervalle)..... 89
Abbildung 4.11.1: Pentachlorphenol (original und logarithmiert) 93
Abbildung 4.11.2: Einflussgrößen für Pentachlorphenol im Urin (7 Varianzkomponenten des linearen Abschlussmodells)..... 96
Abbildung 4.11.3: Pentachlorphenol im Hausstaub (mg/kg, n=545) 99
Abbildung 4.11.4: Relative Zunahme von PCP im Urin mit PCP im Hausstaub..... 101

IV. Abkürzungsverzeichnis

AB	Alte Bundesländer
AM	Arithmetischer Mittelwert
BG	Bestimmungsgrenze
BMI	Body-Mass-Index
CP	Chlorphenole
df	degrees of freedom
DiCP	Dichlorphenol
FG	Freiheitsgrade
GM	Geometrischer Mittelwert
HBM	Human-Biomonitoring
HSM	Holzschutzmittel
KI	Konfidenzintervall
LN, ln	Natürlicher Logarithmus
NB	Neue Bundesländer
N, n	Stichprobenumfang
n.s.	nicht signifikant
OR	Odds-Ratio
PCP	Pentachlorphenol
R^2	Erklärte Varianz
r	Pearson-Korrelationskoeffizient
r_s	Spearman's Rang-Korrelationskoeffizient
StaBu	Statistisches Bundesamt
TeCP	Tetrachlorphenol
TriCP	Trichlorphenol
UBA	Umweltbundesamt
ZUMA	Zentrum für Umfragen, Methoden und Analysen in Mannheim

Zusammenfassung

Über die Pfade einer Belastung mit Chlorphenolen in der allgemeinen Bevölkerung gibt es, mit Ausnahme des Pentachlorphenols, bisher wenige Erkenntnisse. Chlorphenole haben abhängig vom Chlorierungsgrad kurze biologische Halbwertszeiten im Bereich von Tagen und weisen Belastungshöhen im unteren Mikrogrammbereich auf.

Im Rahmen des Umwelt-Surveys 1998 wurden in einer repräsentativen Teilstichprobe von Erwachsenen (N=692, 18-69 Jahre) in Deutschland (alte und neue Bundesländer) PCP sowie erstmalig 8 weitere Chlorphenole (4-Mono-, 2,4-Di-, 2,5-Di-, 2,6-Di-, 2,3,4-Tri-, 2,4,5-Tri-, 2,4,6-Tri-, 2,3,4,6-Tetra-CP) in Morgenurinproben bestimmt. Informationen zu Wohnort, Wohnumgebung, Expositionen im Haushalt und Lebensstilfaktoren (Ernährung, berufliche Tätigkeiten) wurden mittels mehrerer Fragebögen gewonnen. In einer Teilgruppe wurde außerdem die Hausstaubbelastung mit Pentachlorphenol (PCP) gemessen.

Dieser Berichtsband enthält die Ergebnisse der mit multivariaten Regressionsanalysen identifizierten Einflussfaktoren auf die Urinausscheidung der neun Chlorphenole. Die statistischen Analysen hatten in Anbetracht des noch geringen Erkenntisstandes über Belastungspfade explorativen Charakter. Einige signifikante Prädiktoren, die in den Modellen verblieben, obgleich sie unplausibel bzw. unerklärlich erschienen, geben Hinweise auf Einflussgrößen und müssten in weiteren Studien überprüft werden.[1] Für jede Chlorphenolverbindung wurde ein Abschlussmodell generiert, in dem die Prädiktoren zumindest statistisch tendenziell ($p<0,1$) bedeutsam sind, wobei die Erhöhung des Signifikanzniveaus wiederum dem geringen Kenntnisstand der Eintragspfade gezollt ist.

Darüber hinaus wurden für alte und neue Bundesländer sowie für Männer und Frauen getrennte Modelle berechnet.

Aufgrund der sehr schiefen Verteilungen einzelner Chlorphenole wurden überwiegend logistische Regressionsanalysen mit dichotomen Zielgrößen durchgeführt (Vergleich

[1] Beispielsweise der Leitungswasserkonsum in Bezug auf die Ausscheidung von 4-Monochlorphenol.

höherer mit niedrigeren Gehalten). Die Einflussgrößen lassen sich im Sinne von qualitativen Dosis-Häufigkeitsbeziehungen interpretieren (z.B. je höher die Exposition, desto häufiger liegt der Wert im oberen Bereich). Daneben konnten für 2,4,5-Trichlorphenol und PCP methodisch adäquat lineare Regressionsmodelle mit den logarithmierten, volumenbezogenen Gehalten angewandt werden.

In allen Modellen ist der logarithmierte ***Kreatiningehalt***, als Konzentrationsmaß für den Urin, der dominierende Prädiktor. Mit zunehmender Kreatininkonzentration steigen die Chlorphenolgehalte an (dies gilt für alle Einzelverbindungen). Auch das ***Geschlecht*** ist mit Ausnahme von 2,4- und 2,5-Dichlorphenol ein signifikanter Prädiktor: Frauen haben in der Regel höhere Chlorphenolgehalte als Männer.

Das logistische Modell von **4-Monochlorphenol (4-MCP)** enthält sechs Prädiktoren (n=576 Erwachsene), darunter das ***Lebensalter***: Ältere gehören häufiger dem oberen Tertil (obere 33%) von 4-MCP an als Jüngere. Die Zeit seit letzter Nutzung von ***Bioziden zum Textilschutz*** ist tendenziell bedeutsam für 4-MCP. Signifikante Prädiktoren sind ein ***höherer Leitungswasser-*** und ***Alkoholkonsum.*** Die *Anwendung von Bioziden zum Textilschutz* ist in den alten Bundesländern statistisch signifikant. *Krankenschwestern und Pfleger* in den neuen Bundesländern sind signifikant häufiger im oberen Bereich von 4-MCP.

Für die Konzentration von **2,4-Dichlorphenol** wurden 13 Prädiktoren ermittelt (n=540). Ein höheres ***Alter*** und eine ***Gewichtszunahme*** in den letzten drei Jahren sind häufiger mit 2,4-DiCP-Werten im oberen Tertil assoziiert. Außerdem sind die ***Wohnnähe zu einer Druckerei*** und der Einsatz von ***Bioziden zum Textil- und Körperschutz*** (z.B. Läusemittel) häufiger mit Werten im oberen Bereich von 2,4-DiCP verbunden. Probanden mit Wohnort in den ***neuen Bundesländern*** haben tendenziell häufiger höhere 2,4-DiCP-Werte. Des Weiteren sind der ***Fischverzehr*** vor der Urinabgabe und tendenziell ein häufiger Konsum von ***Gegrilltem***, von ***Gemüse*** und ***Cerealien*** (Müsli, Flocken etc.) sowie von ***schwarzem Tee*** relevante Einflussfaktoren. Wiederum ist ein höherer ***Alkoholkonsum*** vermehrt mit 2,4-DiCP-Gehalten im oberen Bereich assoziiert.

Die **2,5-Dichlorphenolgehalte** werden durch sechs Prädiktoren bestimmt (n=443). Erwachsene in den ***neuen Bundesländern*** haben häufiger Gehalte im oberen Wertebereich als Erwachsene in den alten Ländern. Eine ***Geruchsbelästigung durch Betriebe*** ist mit höheren 2,5-DiCP-Gehalten verbunden ebenso wie die Anwendung von ***Bioziden zum Textilschutz.*** Signifikante Prädiktoren sind noch ein häufiger Verzehr von ***Fastfood*** und ***Cerealien*** und ein ***Body-Mass-Index (BMI) über 25 kg/m^2***.

Das **2,6-Dichlorphenol** wurde in 25% der Urinproben nachgewiesen. Für das logistische Modell (n=691) wurde die Konzentration an der Bestimmungsgrenze dichotomisiert und sieben Prädiktoren ermittelt. Die Anwendung von ***Bioziden zum Körperschutz***, das ***Nachhausebringen von schmutziger Arbeitskleidung*** und ein häufiger Konsum von ***Cerealien, Butter*** und ***Alkohol*** sind für einen Nachweis von 2,6-DiCP bedeutsam.

Das **2,3,4-Trichlorphenol** lag nur bei 99 (14%) Proben über der Bestimmungsgrenze. Mit dem logistischen Modell konnten dennoch 14 Prädiktoren ermittelt werden (n=629). Erwachsene mit einem Wohnort in den ***neuen Bundesländern*** und spezifische Berufsgruppen *(**Maler, Lackierer, Fliesenleger und Reinigungsfachkräfte***) befinden sich häufiger in der Gruppe mit 2,3,4-TriCP-Nachweis. Außerdem hat die Anwendung von ***Bioziden zur Haustierpflege*** tendenziell einen Einfluss auf das 2,3,4-TriCP im Urin. Ein häufiger Verzehr von ***Cerealien, Eiern*** und ***Gemüsekonserven*** und ein erhöhter ***Alkoholkonsum*** sind statistisch signifikant. ***Raucher*** gehören seltener der Gruppe mit 2,3,4-TriCP-Nachweisen an.

In den drei folgenden Modellen für Tri- und Tetrachlorphenole ist jeweils ein höheres ***Alter*** statistisch signifikant für höhere CP-Konzentrationen im Urin.

Mit dem linearen Modell der logarithmierten **2,4,5-Trichlorphenolgehalte** wurden zehn Prädiktoren gewonnen (n=627), die 42% der Varianz erklären. Der Varianzanteil von Kreatinin liegt bei knapp 30%. Das gleiche Modell mit der auf Kreatinin bezogenen Zielgröße ergibt eine erklärte Varianz von 13,6%. Prädiktoren, die mit einer Erhöhung von 2,4,5-TriCP einhergehen, sind das **W*ohnen im Ausland vor 1989*** *(Personen, die vor dem Fall der Mauer im Ausland lebten)**, Wohnen in Blockbebauung ohne Grün*** und ***dezentrales Heizen mit Holz oder Kohle***, ***Biozide zur Tierpflege*** und ***zum Vorrats-***

schutz und ***Holzschutzmittel in der Wohnung***. Geringere 2,4,5-TriCP-Gehalte haben Probanden mit einem ***BMI über 25 kg/m^2***.

Das logistische Modell von **2,4,6-Trichlorphenol** enthält elf Einflussgrößen (n=543), darunter erneut das ***Wohnen im Ausland vor 1989, Wohnen in Blockbebauung*** sowie die ***Biozide zur Tierpflege***. Außerdem haben Angehörige der ***Oberschicht***, ***Reinigungsfachkräfte, Vegetarier*** und Erwachsene mit hohem ***Fischkonsum*** häufiger höhere Gehalte an 2,4,6-TriCP. Das Wohnen in ***ländlichen Gebieten*** ist mit niedrigeren 2,4,6-TriCP-Gehalten assoziiert. Höhere 2,4,6-TriCP-Gehalte werden in den neuen Bundesländern durch *dezentrales Heizen mit Holz oder Kohle* erklärt. Bei Frauen ist die Anwendung von *Bioziden zum Textil- und Vorratsschutz* mit höheren 2,4,6-TriCP-Werten assoziiert.

Für die Konzentration an **2,3,4,6-Tetrachlorphenol** können sechs Prädiktoren zur Varianzaufklärung beitragen (n=519). Wichtigster Einflussfaktor ist die ***Anwendung von Holzschutzmitteln vor mehr als 10 Jahren***. Das Nachhausebringen von ***schmutziger Arbeitskleidung*** und der Verzehr von ***Cerealien*** sind tendenziell bedeutsam für 2,3,4,6-TeCP-Werte im oberen Bereich. *Reinigungskräfte* in den neuen Bundesländern haben höhere 2,3,4,6-TeCP-Konzentrationen, ebenso Frauen, die *Biozide zur Tierpflege und zum Textilschutz* einsetzen.

Das lineare Modell für **PCP** schließt sieben Prädiktoren ein (n=629), womit 38,4% der Varianz erklärt werden. Mit der auf Kreatinin bezogenen Zielgröße erreicht die erklärte Varianz nur 5,8%. Erwachsene in den ***alten Bundesländern*** haben durchschnittlich höhere PCP-Gehalte. Des Weiteren sind ***Holzschutzmittel in der Wohnung*** und der ***Fischverzehr*** vor der Probennahme signifikant für höhere PCP-Gehalte. Geringere PCP-Gehalte sind mit der ***Zahl gerauchter Zigaretten pro Tag*** assoziiert. Und schließlich haben Personen geringere PCP-Gehalte, die vor der Wiedervereinigung 1989 im Ausland lebten (***Wohnort im Ausland 1988***).

Die ***PCP-Konzentration im Hausstaub*** (mg/kg) weist in einem Modell für die Teilstichprobe (n=506) einen statistisch signifikanten Zusammenhang zu PCP im Urin auf.

Mit dem Umwelt-Survey 1998 wurden erstmals die Chlorphenolgehalte im Urin (abgesehen von PCP) einer repräsentativen Bevölkerungsstichprobe in Deutschland unter-

sucht und mit multivariaten Verfahren statistisch analysiert. Bisher ist relativ wenig über die Belastung der Allgemeinbevölkerung mit Chlorphenolen bekannt. Die mit den linearen Modellen erreichte Varianzaufklärung liegt bei 40%, wovon das Kreatinin den weitaus größten Anteil trägt. Einige der beschriebenen Einflussfaktoren basieren zudem auf geringen Fallzahlen, daher können diese nur vorsichtig interpretiert werden.

Auf dieser Grundlage konnten dennoch Hinweise auf einige wesentliche Einflussgrößen gewonnen werden, die zum Teil bereits bekannt sind (z.B. eine Exposition mit Holzschutzmitteln), zum Teil aber auch in weiteren Studien bestätigt (Biozide zum Textil- und Körperschutz sowie zur Tierpflege) bzw. genauer untersucht (Gebrauch von Desinfektions- und Reinigungsmitteln, häusliche Aufenthaltszeiten, Ernährung unmittelbar vor der Probennahme) werden sollten.

Summary

Within the Environmental Survey 1998 urinary mono-, di-, tri-, tetra- and pentachlorophenol (CP, PCP, morning urine) were determined in a representative sample of n = 692 adults (18 to 69 years old) from the general population in Germany. Information on living conditions and environment, exposures in the household and life-style factors were obtained by questionnaires. In a subsample of n = 545 subjects PCP content in house dust was determined.

To identify determinants for the urinary excretion of the nine CPs mulitivariate regression analysis were performed. Due to the very limited knowledge on human pathways the analysis was explorative. Significant predictors, that were not plausible or could not be explained satisfactorily, remained in the models as well as predictors with probability value $p<0.1$ in order to give pieces of advice for future studies.

Because of the extreme skewness of most of the CPs logistic regression analysis with dichotomized CP concentrations were used. The determinants can be interpreted as qualitative dose-frequency relationships (e.g. the more exposed the higher the probability of a concentration in the upper range). Linear models based on volume concentrations were applied the log-transformed 2,4,5-TriCP and PCP.

We developed one best fit regression model for each of the CP. In addition, models stratified by sex or place of residence (West or former East Germany) were generated to examine interacting effects restricted to one of the alternative groups.

In the regression models for volume-related concentrations **urinary creatinine content** as a measure for dilution of urine is the most dominant determinant. With increasing creatinine concentration all urinary CP concentrations rise as well. **Sex** is another significant predictor for most of the CPs (4-MonoCP, 2,6-DiCP, 2,3,4-, 2,4,5-, 2,4,6-TriCP, 2,3,4,6-TetraCP and PCP). In general, women have higher CP levels compared to men.

The logistic model of **4-monochlorophenol** (4-MCP, n = 576 subject) comprises six determinants. CP concentrations in the upper tertile are more frequent in ***older adults***. A

time span of less than six month since ***last use of biocides for protection of textiles*** tends to increase the probability for higher 4-MCP concentrations. Higher ***consumption of tap water from houshold*** and ***alcohol intake*** are statistically significant predictors. In former East Germany *health nurses/midwifes* have a significantly higher chance to belong to the upper tertile of 4-MCP.

For the urinary content of **2,4-DiCP** 13 predictors were identified (n = 540). Advanced ***age*** and ***weight gain*** during the last 3 years are associated with higher 2,4-DiCP levels. Furthermore, ***residence in the vicinity of printing works*** and ***use of biocides for textiles and for body protection*** (e.g. against mosquitos, lice) are associated with values in the upper range of 2,4-DiCP. Persons, who live in the new federal states of former ***East Germany*** show a tendency to 2,4-DiCP contents in the upper tertile. Other statistically significant predictors are the ***consumption of fish*** preceding urine sampling, the daily consumption of ***vegetables*** and ***cereals*** as well as drinking of ***black tea***. Again, increased ***alcohol*** intake is a significant predictor for a higher 2,4-DiCP level.

The urinary concentrations of **2,5-DiCP** are determined by six variables (n = 443). Participants from former ***East Germany*** have a higher probability for 2,5-DiCP levels in the upper range. Reported nuisance about ***smells/odours from factories or works*** at the place of residence, ***applying biocides for textiles***, frequent ***consumption of fast-food*** and ***cereals*** are significantly positive predictors for 2,5-DiCP in the upper tertile. Additionally, a ***body-mass-index*** above 25 kg/m^2 is positively associated with the 2,5-DiCP concentration.

2,6-DiCP was detected in 25% of the urine samples. By performing logistic regression nanlysis with the cut-off point "detectable versus non-detectable 2,6-DiCP" seven predictors were identified (n = 691). The ***use of biocides for body protection***, ***carrying dirty working-clothes home*** regularly and daily ***consumption of cereals***, ***butter*** and ***alcohol*** above 30 gram are statistically significant predictors for detectable concentration of 2,6-DiCP.

Only 99 samples (14%) had detectable concentrations of **2,3,4-TriCP**. The logistic model includes 14 significant predictors for values above the detection limit (n = 629). Adults with residence in the ***new federal states*** and a ***profession as painter, varnisher,***

sprayer or cleaner have detectable urinary 2,3,4-TriCP contents more often. The ***use of biocides for pets*** tends to be a risk factor for 2,3,4-TriCP. The consumption of some food-stuffs (***cereals***, ***eggs***, ***vegetable-ca***ns) and higher ***alcohol*** intake is positively, whereas ***smoking status*** is negatively associated with the detection of 2,3,4-TriCP.

Age is a significant determinant in the following three models for tri- and tetra-CP compounds (older subjects have higher concentrations compared to younger ones).

A linear model performed with log-transformed **2,4,5-TriCP** (n = 627) produced ten significant predictors (R^2= 42%), where creatinine accounts for almost 30% of the explained variance. A similar model with creatinine-related 2,4,5-TriCP as independent variable and same predictors attained 13,6% (R^2). Determinants that increase the 2,4,5-TriCP concentrations are ***residency in foreign countries 1988***, living in ***log cabin without green spaces*** and ***use of biocides for pets or stocks*** and ***wood preservatives*** as well as ***single coal- or wood-burning stoves*** in the house. Subjects with an ***BMI*** above 25 kg/m^2 have lower levels of 2,4,5-TriCP.

The logistic model of **2,4,6-TriCP** generated eleven predictors (n = 543). The place of ***residence in an foreign country in 1988***, living in ***log cabin without green spaces*** and ***use of biocides for pets*** are statistically significant predictors for the upper tertile of 2,4,6-TriCP. A higher ***socioeconomic status***, an ***occupation as cleaner***, a ***vegetarian diet*** and a ***diet rich in fish*** are as well associated with higher 2,4,6-TriCP values. Participants living in ***rural areas*** can be found more often in the lower tertile. The risk for the upper range of 2,4,6-TriCP is higher in subjects from the new federal states who use *decentral coal- or wood-burning stoves* in the house and in women who *use biocides to protect textiles and stocks*.

The concentration of **2,3,4,6-TeCP** is determined by six predictors in a logistic model (n = 519). The most important predictor is the former *use of wood preservatives* (more than ten years ago). ***Carrying home dirty working clothes*** and daily ***consumption of cereals*** tend to increase the probability for values in the upper range of 2,3,4,6-TeCP. Women who use *biocides to protect textiles* and *biocides for pets* and *cleaner* living in former East Germany have a higher risk to be in the third tertile of 2,3,4,6-TeCP.

The linear model with log-transformed **PCP** includes seven predictors (R^2=38,4%, n = 629). Modelling the creatinine-related PCP concentration results in an explained variance of only 5,8%. Participants in the ***old federal states*** (former West Germany) have higher PCP contents on average. Furthermore ***wood preservatives*** in the house and ***consumption of fish*** preceding urine sampling are associated with higher urinary PCP. Inverse relationships to PCP levels were observed in subjects who lived in a ***foreign country in 1988*** and to the number of ***cigarettes*** smoked. The concentration of **PCP in house dust** (from vacuum cleaner bags) is a statistically significant determinant for PCP content in urine of the subgroup (n = 506).

In the course of the Environmental Survey 1998 for the first time urinary mono-, di-, tri- and tetrachlorophenols (apart from PCP) have been determined and statistically analyzed in a larger group of adults from the general population residing in Germany. Up to now there is relatively little known about exposure of the general population with chlorophenols other than PCP. Also, taking into account the limited numbers in some cases, the described influencing factors must be interpreted carefully.

On that basis relevant pathways of exposure were identified. Some of them confirm known pathways (e.g. wood preservatives), others in turn should be evaluated in future studies (biocide use for protection of textiles, body and pets) and should be investigated specifically (e.g. use of disinfection and cleansing agents, duration of staying in the house, diet shortly before urine sampling), respectively.

1 Einleitung

Ziel der vorliegenden Arbeit ist, wesentliche Einflusspfade der Chlorphenolausscheidung im Urin in der erwachsenen Bevölkerung in Deutschland mit Hilfe multivariater Regressionsanalysen zu identifizieren, nach Möglichkeit zu quantifizieren und zu bewerten. Datengrundlage sind die in einer repräsentativen Teilstichprobe des Umwelt-Surveys 1998 erstmals erhobenen Daten zum Gehalt der Chlorphenole in Morgenurinproben sowie Fragebogenangaben über Wohnbedingungen, Lebens- und Verhaltensweisen. Die deskriptiven Auswertungen der Chlorphenolgehalte im Urin sind im Human-Biomonitoring-Band des Umwelt-Surveys 1998 veröffentlicht (Becker et al. 2002).

Die hier erarbeiteten Ergebnisse liefern Hinweise auf mögliche Expositions-Indikatoren, Emissionsquellen und Risikofaktoren für eine Chlorphenolbelastung, die in späteren Umwelt-Surveys oder anderen Untersuchungen enger fokussiert werden sollten.

In Kapitel 2 werden zunächst Vorkommen und Entstehung der Chlorphenole sowie die Ausgangsbedingungen der verfügbaren Datengrundlage erläutert. Daran angeschlossen finden sich die Hypothesen über mögliche und in den Regressionsanalysen überprüften Einflussfaktoren mit Bezug zur wissenschaftlichen Literatur.

Kapitel 3, das Methodenkapitel, beinhaltet die Beschreibung von Stichprobe und Fragebogendaten, einen Abschnitt zur Qualitätssicherung der laborchemischen Analytik und Erläuterungen zur Form der verwendeten Zielgrößen. Es folgen Abschnitte über die statistische Auswertungsmethode der Regressionsanalysen, die Hauptinstrument in diesem Bericht sind. Schließlich wird die Strategie für die Modellwahl beschrieben.

Die Ergebnisse sind in Kapitel 4 dargestellt, beginnend mit der Häufigkeitsverteilung der verwendeten Prädiktoren und der Beschreibung von urinabhängigen Einflussgrößen. Die Modell-Ergebnisse zu den Chlorphenolverbindungen werden sodann jeweils in einem eigenen Abschnitt besprochen. Neben dem Modell für die Gesamtgruppe wurden auch getrennte Modelle für die Bewohner der alten und neuen Bundesländer und für Männer und Frauen generiert. Ferner konnten für das Modell von Pentachlorphenol im Urin die

von einer Teilstichprobe vorliegenden PCP-Gehalte des Hausstaubs berücksichtigt werden. Jeder Ergebnisabschnitt endet mit einer kurzen Zusammenfassung und Diskussion.

Ein zusammenfassender Überblick über die Ergebnisse findet sich in Kapitel 5. Eine generelle Diskussion mit Bezügen zur Literatur (Kapitel 6) und eine Schlussbetrachtung (Kapitel 7) schließen sich an.

2 Vorkommen und Hypothesen zu Aufnahmepfaden

2.1. Vorkommen der Chlorphenole

Die ergiebigsten Literaturquellen über Vorkommen und Verwendungszwecke der Chlorphenole sind ATSDR ToxProfiles (2002) und Wrbitzky et al. (1994). Sie basieren auf der umfassenden Monographie „Chlorophenols other than Pentachlorophenol“ (Environmental Health Criteria 93, WHO 1989).

Chlorierte Phenole bilden eine Gruppe von 19 Isomeren, darunter Mono-, Di-, Tri-, Tetra-Isomere und Pentachlorphenol. Mit zunehmender Chlorsubstitution erhöht sich das toxische Potenzial (Ahlborg et al. 1987). Die Fähigkeit im biologischen Material zu akkumulieren nimmt gewöhnlich mit höherem Chlorierungsgrad zu, sie ist bei den Chlorphenolen jedoch moderat. Mono- und Dichlorphenole sind flüchtiger als die höher chlorierten Phenole und haben eine geringere Fähigkeit zur Biokonzentration. Nach Ende einer Exposition werden Chlorphenole in verschiedenen Organismen (Wirbellose, Fische) schnell ausgeschieden. In Feldstudien gemessene Werte weisen eher auf eine anhaltende Exposition als auf die Langlebigkeit (Persistenz) der Chlorphenole hin (International Programme on Chemical Safety et al. 1989). Originäre Chlorphenole sind in organischen Lösungsmitteln gut löslich, ihre Salze (Chlorphenolate) sind generell wasserlöslich (Veningerova et al. 1997). Eine gegebene Einzeldosis an Chlorphenol wird zu 80-90% mit dem Urin eliminiert.

Chlorphenole wurden für die verschiedensten Zwecke kommerziell produziert und verwendet: als Lösungsmittel in der Elektroindustrie, als Fungizide, Insektizide und Pflanzenschutzmittel, Konservierungsstoffe, Deodorantien, Detergentien, Desinfektionsmittel und als Ausgangssubstanz für weitere chemische Synthesen in der industriellen Produktion (Wrbitzky et al. 1994). Als Holzschutzmittel wurden neben Pentachlorphenol auch Mixturen von Tetrachlorphenolen verwendet (ATSDR 2002a). Technisch hergestelltes Pentachlorphenol enthielt immer auch Verunreinigungen niedriger chlorierter Phenole, wie Tetra- und Trichlorphenole. Dagegen sind Dichlorphenole eher in verunreinigtem oder mit Chlor desinfiziertem Wasser zu finden.

Beispielhaft für weitere Anwendungen sei die lederverarbeitende Industrie genannt, die Chlorphenolverbindungen als Gewebeschutz vor Insektenbefall für Transport und Lagerung benutzt.

Als Verunreinigung können Chlorphenole im Grundwasser vorkommen, z.B. durch Sickerwasser in der Nähe von Mülldeponien, durch Abwasseranlagen von Sägewerken, chlorphenolproduzierender Industrie und von Papierindustrien durch die Papierbleiche sowie Kläranlagen (Fischer et al. 2000).

In der Folge der Anwendung von Pestiziden in Landwirtschaft und Holzindustrie können Chlorphenole, trotz kürzerer Halbwertszeiten und im Vergleich zu anderen Organochlorverbindungen mit einer geringeren Potenz, in der Nahrungskette akkumulieren (Jensen 1996). Zum Beispiel hat man PCP und andere Chlorphenole in Fisch, aber auch in Obst und Getreide (Hattemer-Frey et al. 1989) gefunden, das mit chlorphenoxyessigsäurehaltigen Pestiziden behandelt wurde (Exon 1984). In Ländern, in denen Chlorphenole zur Desinfektion bei der Knochen- und Fettverarbeitung zu Gelatine eingesetzt werden, wurden große Mengen an Chlorphenolen in Gelatineproben nachgewiesen (IPCS, WHO 1989).

Es wird angenommen, dass Nahrungsmittel der wichtigste Eintragspfad für die Chlorphenolaufnahme der Allgemeinbevölkerung sind (International Programme on Chemical Safety et al. 1989). Auch in der Muttermilch sind Chlorphenole nachgewiesen worden (Veningerova et al. 1996).

Chlorphenole entstehen darüber hinaus im menschlichen Körper u.a. beim Abbau von Benzolen und anderen Organochlorverbindungen.

Neben zahlreichen Studien zu Pentachlorphenol, gibt es eine überschaubare Menge an bevölkerungsbezogenen Untersuchungen zur Belastung mit Chlorphenolen, darunter einige aus Deutschland bei Erwachsenen (Angerer et al. 1992) und Kindern (Bartels et al. 1999). Viele der Untersuchungen zu Chlorphenolen beschäftigen sich mit methodischen Problemen bei der labortechnischen Bestimmung.

Während die allgemeine Bevölkerung in der Regel gering mit in der Umwelt vorkommenden Schadstoffen belastet ist, man spricht von der „Hintergrundbelastung“, können insbesondere Berufstätige, an deren Arbeitsplatz mit chemischen Stoffen umgegangen wird, deutlich höher exponiert sein.

Gesundheitliche Wirkungen der Chlorphenole sind aufgrund der potentiell höheren Belastung eher bei beruflich exponierten Personen zu erwarten, so dass Wirkungsparameter (z.B. Krebsrisiken) zumeist in epidemiologischen Studien mit solchen Berufs-Kollektiven untersucht wurden. Beispiele sind möglicherweise höhere Risiken für bestimmte Krebsarten wie Non-Hodgkin-Lymphome (Hardell et al. 1994). Einzelne Autoren vermuten reproduktive Wirkungen wie eine veränderte Hormonproduktion, vermehrte Frühgeburten, vermindertes Geburtsgewicht oder häufigere Missbildungen (Gerhard et al. 1999; Khattak et al. 1999). Die „International Agency for Research on Cancer (IARC)“ stuft die Chlorphenole als Gruppe in die Kategorie der für den Menschen potenziell Krebs erregenden Stoffe ein. Von der US-Environmental Protection Agency (EPA) wird 2,4,6-Trichlorphenol als wahrscheinlich karzinogen eingeordnet (ATSDR 2002a).

2.2 Ausgangsbedingungen und Grenzen der Analysen

Unser Interesse gilt einerseits der bestehenden korporalen Belastung mit Chlorphenolen, andererseits den für diese Belastung verantwortlichen Faktoren in der Umwelt und deren jeweiligen Expositionspfade (oral, dermal oder inhalativ). Chlorphenole finden sich überall in der Umwelt (ubiquitär), die Belastung gilt aber bei beruflich nicht exponierten Menschen als sehr niedrig und hat seit dem Anwendungs- und Produktionsstopp von PCP und PCP-haltigen Erzeugnissen 1989[2] in Deutschland noch abgenommen.

Unter der Annahme eines dynamischen Gleichgewichtes zwischen Aufnahme, Körperlast und Ausscheidung wäre die täglich ausgeschiedene Menge an Chlorphenolen (24 Stunden) der gewünschte Indikator bzw. Messparameter (Abbildung 2.1). Über die Ki-

[2]Pentachlorphenol-Verbotsverordnung von 1989. In Schweden Anwendungsverbot seit 1978. In Finnland Produktionsstopp seit 1985. In USA Anwendungsstopp seit 1985 für 2,4,5-Trichlorphenol, keine Produktion von PCP und 2,3,4,6-TeCP, dagegen 2,4-Dichlorphenol noch in der Anwendung (ATSDR 2002).

netik und den Metabolismus der aufgenommenen Substanzen ist relativ wenig bekannt. Oral aufgenommenes PCP wird zu 90% absorbiert. Im Gewebe verteilt es sich in abnehmender Konzentration in Nieren, Leber und Gehirn. Die Halbwertszeiten der Chlorphenole sind kurz, abhängig vom Chlorierungsgrad Stunden für Monochlorphenole bis einige Tage für die höher chlorierten Phenole (ATSDR 2002a). In einer Studie mit beruflich Exponierten wurde für 2,4,6-Trichlorphenol eine Halbwertszeit von 18 Stunden ermittelt und für 2,3,4,6-Tetrachlorphenol 4,2 Tage (ebd.).

Aus Gründen der Durchführbarkeit wurde im Umwelt-Survey 1998 die Ausscheidung der Chlorphenole im Morgenurin gemessen, so dass nur eine Annäherung an die eigentlich gewünschte Information möglich ist. Um die unterschiedliche Konzentration der Morgenurinproben zu berücksichtigen, muss die Schadstoffkonzentration am Volumen bzw. der Harnmenge, am Kreatiningehalt oder an der Flussrate (Quotient aus Urinmenge und Retentionszeit) normiert werden. Die Kreatininkonzentration ist selbst von verschiedenen Bedingungen abhängig (u.a. Kreatinin-Clearance, Nierenfunktion, Trinkmenge, Körpergewicht, Alter und Geschlecht), über die Informationen nicht vollständig vorliegen. Es werden daher in der Analyse vorrangig die volumenbezogenen Konzentration untersucht. Auf der bestehenden Datenbasis ergeben sich für die Auswertung bezüglich der Modellwahl (linear oder logistisch), der Zielgrößen (volumenbezogen oder kreatininbezogen) und Prädiktorenauswahl (Berücksichtigung geringer Anzahlen) Einschränkungen (siehe auch Abschnitte 3.3-3.4).

2.3 Hypothesenbildung

Die in den Modellen zu berücksichtigenden Einflussgrößen sind in folgende Bereiche untergliedert (siehe auch Abbildung 2.1 und Tabelle 2.1):

- physiologisch-biologische Kovariaten (die nicht selbst zur Belastung beitragen)
- demographische Variablen, wie Wohn-, Geburtsort und Sozialstatus
- Emittenten und Expositionen im Wohnumfeld, Innenraumbelastungen
- Expositionen im Berufsumfeld
- Exposition durch Ernährung
- Sonstiges

Dabei dient die Unterscheidung von Kovariablen und Prädiktoren inhaltlichen Aspekten: Kovariablen können die Verteilung der Zielgröße beeinflussen und die Varianz erklären, sie kommen aber nicht als **direkte** und **eigenständige** Belastungspfade für die Chlorphenolausscheidung in Betracht (z.B. Kreatinin, Alter und Geschlecht), sondern haben höchstens eine Stellvertreterfunktion. Als Prädiktoren bezeichnen wir hingegen vorrangig diejenigen erklärenden Variablen, die selbstständig Eintragspfade für Chlorphenole sein können. Gemeinsam werden beide Gruppen Einflussgrößen genannt.[3]

Angaben zu den Eingangshypothesen über mögliche Aufnahmepfade und Einflussfaktoren wurden ebenfalls in Tabelle 2.1 zusammengefasst. Viele der spezifischen Einflussvariablen sind in der Literatur nicht vorhanden, obgleich Zusammenhänge möglich und plausibel erscheinen, z.B. die verschiedenen Anwendungszwecke der Biozide. Die verwendeten Variablen wurden weitgehend mit den Labels aus den Datensätzen des Umwelt-Surveys 1998 übernommen.

Es können nur Prädiktoren überprüft werden, die im Umwelt-Survey 1998 erhoben wurden. Einige im Hinblick auf eine Chlorphenolexposition bedeutsame jedoch nicht verfügbare Angaben, sind im Folgenden aufgelistet:

- Gebrauch von Desinfektionsmitteln im Haushalt
- Aufenthaltszeiten im Haus
- Letzter Zahnarztbesuch (Monate, Jahre), Wurzelkanalbehandlung in der Woche vor Probennahme
- Ledermöbel (z.B. Sitzecke) und Lederbekleidung
- Waschen neuer Kleidung und Bettwäsche
- Eigener Garten oder Kleingarten vorhanden? wenn ja: wurden dort Biozide angewandt?
- Verzehr von Obst und Gemüse aus dem eigenen Garten.

[3] In der Beschreibung der Ergebnisse verwenden wir, der besseren Lesbarkeit wegen, meistens den Begriff Prädiktoren für alle erklärenden Variablen in einem Modell, also einschließlich der Kovariablen.

Abbildung 2.1: Modell der Expositionspfade und Einordnung der vorhandenen Prädiktoren und Zielgrößen

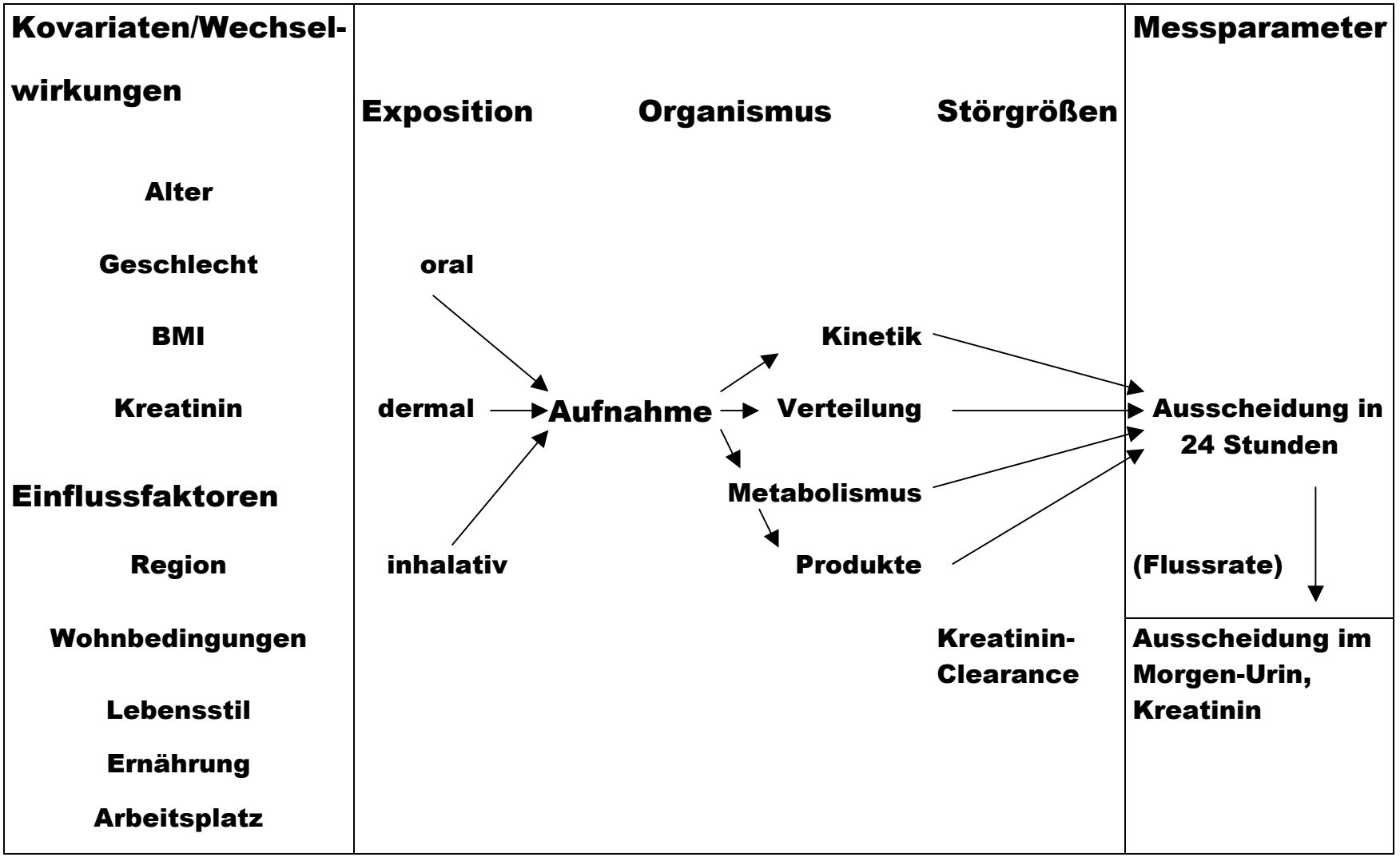


Tabelle 2.1: Potentielle Einflussgrößen für Chlorphenole im Urin

Prädiktor	Hypothese für Chlorphenol-verbindungen (CP)	Begründung	Literatur
physiologisch-biologische Variablen			
Kreatinin	höher ↑ (alle CP)	Chlorphenolkonzentration abhängig von Urineindickung	
Geschlecht	unklar (alle CP)	Geschlecht und Alter sind Einflussfaktoren für Kreatinin, Frauen scheiden weniger aus; evtl. nutzen Frauen häufiger Desinfektionsmittel	(Hill, Jr. et al. 1995a) finden keinen Zusammenhang zwischen Alter und Geschlecht für 2,5-DiCP
Lebensalter	unklar (alle CP)	mit höherem Alter geringere Kreatininausscheidung Kinder haben höhere PCP-Werte als Erwachsene; Ältere haben evtl. früher häufiger Biozide benutzt oder andere Mittel	CP haben relativ kurze Halbwertszeiten, daher ist kein Zusammenhang zu erwarten (Heudorf et al. 2000)
Body-Mass-Index (BMI)	evtl. zunehmend (alle CP)	je höher der BMI, desto höher die Kreatininausscheidung, indirekte Wirkung über Kreatinin	
Gewichtszunahme	unklar (alle CP)	explorativ	
Gewichtsabnahme	evtl. höher (alle CP)	im Tierversuch direkter Effekt	(ATSDR 2002a)
Körperlich anstrengende Tätigkeiten	evtl. höher (alle CP)	evtl. Auswirkung auf Kreatinin	

Tabelle 2.1: Fortsetzung

Prädiktor	Hypothesen für Chlorphenole (CP)	Begründung	Literatur
Demografische Variablen: Wohn- und Geburtsorte, Sozialschicht			
Wohnort 1998 neue Länder (Referenz alte Länder)	höher ↑ (niedrig chlorierte Ph.) in ehem. DDR	evtl. Desinfektionsmittel-Einsatz und Holzschutzmittelanwendung unterschiedlich	
1988 wohnhaft in der DDR	niedriger ↓ PCP	explorativ: allgemeine Wohn- und Lebensbedingungen	
Geboren in Osteuropa Geboren in Südeuropa Staatsangehörigkeit nicht deutsch	höher ↑ (2,5-DiCP, TriCP) PCP ↓ höher ↑ (2,5-DiCP, 2,4,5- und 2,4,6-TriCP)	unterschiedlicher Einsatz in europäischen Ländern, als Holzschutzmittel besonders in Skandinavien und Westdeutschland	(Sjodin et al. 2000, Schmid et al. 1997)
Leben im Ausland 1988	unklar	explorativ	
Wohngebiet ländlich	Hypothese unklar	höher, weil Kontakt mit Pestiziden in der Landwirtschaft möglich, niedriger, weil weniger Industrie	(Treble et al. 1996, Waite et al. 1998)
Blockbebauung ohne Grün	Hypothese unklar	explorativ, evtl. schlechtere Wohnbedingungen, mögliche Pestizidanwendung	
Ein-, Zweifamilienhaus, Reihenhaus	evtl. höher ↑	explorativ: mögliche Pestizidanwendung	
Wohnen an verkehrsreicher Straße	Hypothese unklar	explorativ, evtl. schlechtere Wohnbedingungen, Autoabgase	
Soziale Schicht	Oberschicht niedriger ↓	explorativ: Lebensverhältnisse, white collar	(Mussalo-Rauhamaa et al. 1984) keine Assoziation
	Unterschicht höher ↑	explorativ: Lebensverhältnisse, berufl. Kontakt mit Pestiziden	

Tabelle 2.1: Fortsetzung

Prädiktor	Hypothesen für Chlorphenole (CP)	Begründung	Literatur
Emittenten max. 50m vom Wohnhaus			
Landwirtschaft oder Gärtnerei	höher ↑	Pestizide in der Landwirtschaft, HCB, chlorphenoxyessigsäurehaltige Pestizide	(Gambini et al. 1997, Olea et al. 1999)
Viehhaltungsstall	höher ↑	″, HCH	
Lösungsmittelverarbeitender Betrieb, Lackiererei o. ä.	höher ↑	explorativ: Flammschutzmittel, Lösungsmittel in Farben, Lacken	
KFZ-Werkstatt	höher ↑	Lösungsmittel in Lacken	(Wrbitzky et al. 1994)
Reinigung	höher ↑	explorativ evtl. Pestizide und Lösungsmittel vorhanden	
Druckerei	höher ↑	″	
Tankstelle	höher ↑	″	
Sägewerk, Schreinerei	höher ↑	evtl. Holzschutzmittel vorhanden	(Lampi et al. 2000)
Geruchsbelästigung durch Betriebe	höher ↑	mögliche Anwendung oder Produktion von Chlorphenolen (riechen stark)	
eigene Wasserversorgung, Brunnen	höher ↑	wenn Wasser chloriert wird, ist die Bildung von Chlorphenolen möglich	(Veningerova et al. 1994, Jarvis et al. 1985)
Expositionen im Innenraum			
Rauchen	Hypothese unklar	evtl. höhere Aufnahme von CP durch Tabak, evtl. schnellerer Abbau	(Wrbitzky et al. 2001), Rauchen wird meist als Confounder betrachtet
Exraucher	Hypothese unklar	explorativ	
Schmutz von der Arbeit in die Wohnung bringen	höher ↑	explorativ: unspezifisch	
Verbrennen von Holz-, Kohle- oder Holzkohle in der Wohnung	höher ↑	Verbrennungsprozesse bei Vorhandensein von Pestiziden	(Wrbitzky et al. 2001, ATSDR 2002a)
Prof. Schädlingsbekämpfung	höher ↑	Vorhandensein von Pestiziden	
Holzschutzmittel-Nutzung in Wohnung	höher ↑	Holzschutzmittel TetraCP und PCP	(Krause 1982, ATSDR 2002b)

Tabelle 2.1: Fortsetzung

Prädiktor	Hypothesen für Chlorphenole (CP)	Begründung	Literatur
Expositionen im Wohnumfeld			
Biozide zum Bautenschutz	höher ↑	Holzschutzmittel TetraCP und PCP	
Biozide zur Tierpflege	höher ↑	explorativ: Chlorphenolhaltige Pestizide, Lindan	
Biozide zum Pflanzenschutz	höher ↑		
Biozide zum Vorratsschutz	höher ↑		
Biozide zum Textilschutz	höher ↑		
Biozide zur Insektenvernichtung	höher ↑		
Biozide für den Körperschutz	höher ↑		
Expositionen im Berufsumfeld beschäftigt in/im/als			
Land-, Vieh-, Gartenwirtschaft	höher ↑	möglicher Kontakt mit Pestiziden CP, Lindan, HCB Saatgutbeizmitteln	(Pearce et al. 1987)
chemische Industrie, Druckereien, Kunststoffverarbeitung	höher ↑	unspezifischer Kontakt mit Chlorkohlenwasserstoffen, Lösungsmitteln	
Maler, Raumausstatter, Lackierer, Fliesenleger	höher ↑	explorativ: Kontakt mit Pestiziden und Lösungsmitteln	(Dossing 1982)
Textilindustrie, Lederverarbeitung	höher ↑	Chlorphenole zum Eulanisieren und Mottenschutz für Baumwolle, Leder	(Mikoczy et al. 1996), (Heudorf et al. 2000)
Reinigungsfachkräfte	höher ↑	Mono-, Di- und TriCP zur Desinfektion	(Smith et al. 1986) (Exon et al. 1984)
Krankenschwestern, Pfleger, med. Laboranten (medizinisches Personal)	höher ↑	Mono- Di- und Tri-Chlorphenole zur Desinfektion	(Hardell et al. 1990) (Roberts 1990)
Elektriker, Transformatorenbauer	höher ↑	explorativ: Kontakt mit Chlorkohlenwasserstoffen	(ATSDR 2002a; Hoppin et al. 1998; Thind et al. 1991)
Straßenbau und LKW-Fahrer	Hypothese unklar	explorativ	

Tabelle 2.1: Fortsetzung

Prädiktor	Hypothesen für Chlorphenole (CP)	Begründung	Literatur
Ernährung (Häufigkeiten)			
Fischverzehr vor Probennahme	höher ↑	mögliche Anreicherung von CP in der aquatischen Nahrungskette	(Veningerova et al. 1994) (Coad et al. 1992)
Fisch	höher ↑		
Fleisch und Geflügel	höher ↑	explorativ: Anreicherung von CP in der Nahrungskette gering, da kurze Halb-wertszeiten, evtl. höher chlorierte Phen. tierische Fette, hoch erhitzt und Rauch:	(Jensen 1996)
Auf Holzkohle Gegrilltes	höher ↑		
Wurst	höher ↑		
Geräuchertes	höher ↑		
Pizza, Bratwurst, Hamburger o.ä.	höher ↑	explorativ: Qualität von Fast-food?	
Eier	höher ↑	explorativ	(Veningerova et al. 1994)
Butter (nicht fettreduziert)	höher ↑	explorativ	(Veningerova et al. 1994) (Tam 1999)
Milch, Milchgetränke	höher ↑	explorativ	
Vegetarische Ernährung	höher ↑	Pestizide in pflanzlicher Nahrung	(Hattemer-Frey et al. 1989) (Veningerova et al. 1994) (Campoy et al. 2001)
Gemüse, Rohkost, Konservengemüse	höher ↑	Pestizide in pflanzlicher Nahrung	
Frisches Obst	höher ↑	evtl. Pestizide vorhanden	(Hattemer-Frey et al. 1989)
Müsli, Flocken (Cerealien) etc.	höher ↑	Pestizidrückstände	(Hattemer-Frey et al. 1989)
Kaffee mit Koffein	höher ↑	evtl. Pestizide vorhanden	(Peshin et al. 2002)
Tee	höher ↑	evtl. Pestizide vorhanden	
Trinkwasser aus Haushaltsleitungen	höher ↑	explorativ: Bildung von Chlorphenolen in chlorhaltigem Trinkwasser	(Lampi et al. 1992), (Fischer et al. 2000)
Alkohol	unklar	explorativ	(Ott et al. 1987) (Vasarhelyi et al. 1993)
Sonstiges			
Jahreszeit der Probennahme	höher ↑ im Sommer	höhere Temperatur führt zu mehr Ausga-sung, Ausbringen von Pestiziden im Frühjahr, weniger Kleidung begünstigt dermale Aufnahme	(Waite et al. 1998)
PCP im Hausstaub	höher ↑		(Butte et al. 2002)

3 Methoden

3.1 Stichprobe und Teilstichproben

Die repräsentative Stichprobe des Umwelt-Surveys 1998[4] umfasst 4822 Erwachsene im Alter zwischen 18 und 69 Jahren. Davon gaben 4742 (98,3%) eine vollständige Morgen-Urinprobe ab (Becker et al. 2002). Die ausführliche Studienbeschreibung u.a. zu den Erhebungsinstrumenten ist im Band I zum Umwelt-Survey 1998 vorgesehen (Schulz et al., in Bearbeitung). Die Ergebnisse der Fragebogendaten werden in Band II zum Umwelt-Survey 1998 beschrieben (Abbas, 2006).[5]

Aus Kostengründen konnten nur bei einer zufällig ausgewählten Teilstichprobe von n=692 Probanden die Chlorphenole im Urin bestimmt werden. Die Laboranalysen beinhalteten neun verschiedene Chlorphenolverbindungen und als Maß für die Eindickung des Urins den Kreatiningehalt. Die deskriptive Auswertung der Chlorphenolgehalte im Urin ist im HBM-Band des Umwelt-Surveys 1998 (Becker et al. 2002) beschrieben.

Bei einer Teilmenge des Umwelt-Surveys 1998 wurden Hausstaubproben aus Staubsaugerbeuteln auf Pentachlorphenol hin untersucht (n=545). Für diese Untergruppe wird ein eigenes Modell mit PCP im Urin als Zielgröße und PCP im Hausstaub als Prädiktor errechnet.

3.2 Probennahme, Analytik und Qualitätskontrolle

Die Bestimmung von neun Chlorphenolen wurde von Ende 1999 bis Ende 2000 vom Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin der Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg durchgeführt. Die laboranalytische Aufbereitung der Urinproben und die Ergebnisse externer Qualitätskontrollen sind im HBM-Band ausführlich beschrieben (Becker et al. 2002).

Die Proben wurden salzsauer hydrolysiert und einer Wasserdampfdestillation unterworfen. Nach Derivatisierung der Chlorphenole mit Chlorameisensäuretrichlorethylester wurden die

[4] Die Stichprobe des Umwelt-Surveys 1998 ist eine Teilstichprobe des Bundes-Gesundheits-Surveys.
[5] Die Auswertung des Gesundheitsfragebogens und der Diet History obliegt dem RKI. Daher ist in Band II nur die Auswertung spezieller Fragen zur Umwelt aus dem Gesundheitsfragebogen für die Teilstichprobe des Umwelt-Surveys enthalten.

Untersuchungsparameter kapillargaschromatographisch getrennt und mittels Massenspektrometrie detektiert (Angerer 2001).

Die Analysen wurden unter den Bedingungen der statischen Qualitätssicherung entsprechend den Richtlinien der Bundesärztekammer durchgeführt.

Folgende Chlorphenole wurden neben PCP bei 692 Erwachsenen im Urin 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.

Ferner wurde die Kreatininkonzentration im Urin bestimmt.

3.3 Auswahl der Zielgrößen

Die Korrelationsmatrix der Chlorphenole zeigt zwischen Dichlorphenolen und Tetra- bzw. Pentachlorhenol geringere Interkorrelationen (Tabelle 3.1). Daraus lässt sich schließen, dass entweder die Aufnahme durch unterschiedliche Quellen und/oder der Abbau der Chlorphenole auf unterschiedlichen Wegen erfolgen. Daher ist eine Auswertung der Einzelsubstanzen erforderlich.

Wie bereits in Abschnitt 2.2 beschrieben, ist die Information der Gesamtausscheidung der Chlorphenole und des Kreatinins pro Tag nicht verfügbar. Die Variabilität der gemessenen Konzentrationen im Morgenurin ist bei einigen Chlorphenol-Kongeneren mit erheblichen Anteilen unter der Bestimmungsgrenze eingeschränkt, so dass eine weitere Verkürzung der Information notwendig wird. Mittels logistischer Regression wird in diesen Fällen untersucht, welche Einflussfaktoren zu einer Einordnung in oberes oder unteres Drittel der Verteilung der Chlorphenole (Volumenbezug) beitragen.

Die Korrelationen zwischen Chlorphenol- und Kreatininkonzentration sind zum Teil beträchtlich (z.B. 2,4,6-Trichlorphenol $r_s = 0,7$). Damit die unterschiedliche Konzentration der Urinproben direkt berücksichtigt wird, werden - neben dem obligatorischen Volumenbezug als Zielgrößen-, die Chlorphenole auf den Kreatiningehalt des Urins bezogen, wenn lineare Modelle gebildet werden. Die Konzentration des Kreatinins ist

selbst von endogenen und exogenen Faktoren abhängig, so dass dieses Verfahren Unsicherheiten bezüglich der Aussagefähigkeit der erlangten Ergebnisse birgt (Hinwood et al. 2002). Die Problematik wird in Abschnitt 4.3.2 am Beispiel des 4-Monochlorphenol untersucht und diskutiert (Hoffmann 1998, persönliche Mitteilung).

Tabelle 3.1: Spearman-Rangkorrelationen der Chlorphenole im Urin (Volumenbezug) und Kreatinin (ungewichtete Daten)

Spearman-Korrelationen	4-MonoCP	2,4-DiCP	2,5-DiCP	2,6-DiCP	2,3,4-TriCP	2,4,5-TriCP	2,4,6-TriCP	2,3,4,6-TeCP	PCP
4-MonoCP	-								
2,4-DiCP	0,39								
2,5-DiCP	0,30	0,65							
2,6-DiCP	0,25	0,27	0,16						
2,3,4-TriCP	0,16	0,25	0,27	0,39					
2,4,5-TriCP	0,34	0,39	0,41	0,34	0,50				
2,4,6-TriCP	0,38	0,43	0,43	0,41	0,43	0,65			
2,3,4,6-TeCP	0,24	0,26	0,29	0,35	0,43	0,54	0,62		
PCP	0,32	0,33	0,39	0,29	0,40	0,50	0,60	0,62	
Kreatinin	0,40	0,43	0,48	0,35	0,34	0,55	0,72	0,51	0,61

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998.

3.4 Auswahl und Form der möglichen Einflussgrößen und Prädiktoren

Parallel zu den laboranalytischen Untersuchungen wurden mit dem Umwelt- und dem Gesundheitsfragebogen mögliche expositionsrelevante Wohnbedingungen und Verhaltensweisen erfasst (Bundes-Gesundheitsurvey und Umwelt-Survey 1998). Die Fragebogenangaben stellen die Grundlage für die Ermittlung von potenziellen Einflussfaktoren dar. Da diese jedoch unterschiedlich vollständig sind, schwankt die Zahl fehlender Werte und damit die Anzahl der in die Analysen einbezogenen Personen.

Eine zusammenfassende Übersicht der in den Analysen verwendeten Prädiktoren gibt Tabelle 3.2. Für jeden Prädiktor wird außerdem das benutzte Skalenniveau angegeben. Weitere Details der Codierung bzw. über die Art der Umformung sind im Anhang in Tabelle 9.1 dargestellt.

Für die Auswertung der Chlorphenole berücksichtigen wir die logarithmierte Kreatininkonzentration und das Alter durchgehend kontinuierlich.

Der Body-Mass-Index wurde für die statistischen Analysen dichotomisiert (BMI ≤25 und >25 kg/m^2), sofern er als logarithmierte Größe keine Bedeutung im Modell zeigte.

Im Haushalt verwendete Biozide wurden für verschiedene Zwecke differenziert erhoben, zunächst als "ja/nein"-Angaben, dann als „wenn ja, regelmäßig" oder „ja, unregelmäßig" und schließlich erfolgte die Angabe der Nachexpositionszeit als „Monate seit letzter Anwendung" in vier Kategorien. Letztere weist etwas häufiger fehlende Werte auf. Die verschiedenen Indikatorvariablen werden nacheinander überprüft, beginnend mit der kategorisierten Zeitangabe seit letzter Anwendung. Wenn diese mindestens marginale statistische Bedeutung erlangt, werden die weiteren Variablen in die Modelle eingeführt und überprüft.

Für jeden Probanden stand nur der Berufscode gemäß den Mikrozensus-Kategorien der ZUMA (Fassung bis 1991, Statistisches Bundesamt 1993) zur Verfügung. Daraus wurde eine Auswahl expositionsrelevanter Berufe getroffen. Im vorliegenden Datensatz ergeben sich geringe Fall- und Prozentzahlen für einzelne Berufsgruppen, die in der Regel weit unter 5% liegen, so dass eine geringe Wahrscheinlichkeit dafür besteht, potenzielle Zusammenhänge aufzuzeigen (Tabelle 9.2 im Anhang).

Im Umwelt-Survey wurde nur nach dem Fischverzehr in den letzten 48 Stunden vor der Probenahme gefragt. Die Ernährungsgewohnheiten wurden im Gesundheits-Survey als Verzehrshäufigkeiten einzelner Lebensmittelgruppen erhoben (Anzahl der Tage pro Monat oder Woche, an denen ein Produkt verzehrt wurde), die 7-stufig kategorisiert vorliegen.[6] Um zu vermeiden, dass Zellen wegen des begrenzten Stichprobenumfangs nicht besetzt sind, wurden die Verzehrsprädiktoren mit wenigen Ausnahmen dichotomisiert. Aufgrund der geringen Halbwertszeiten der Chlorphenole von ca. wenigen Stunden bis zu 1,5 Tagen wären Informationen über die direkt vor der Urinabgabe verzehrten Lebensmittel wünschenswert. Da es wahrscheinlich ist, dass Probanden, die täglich

[6]Mit einer Teilstichprobe des Gesundheits-Surveys wurde zusätzlich ein Interview zu täglichen Verzehrshäufigkeiten und Mengen verschiedener Lebensmittelgruppen durchgeführt, die sogenannte Diet History. Anhand dieser Angaben wurden die täglich verzehrten Mengen von Lebensmitteln, Nährstoffen und Vitaminen berechnet. In der Teilstichprobe mit Chlorphenolmessungen haben jedoch nur 71% der Probanden (n=494) das Interview absolviert, so dass wegen fehlender Werte bei der Modellbildung von vornherein knapp 30% der Probanden unberücksichtigt blieben. Zudem bezieht sich die Diet History auf Durchschnittsmengen der letzten vier Wochen, während eigentlich die Verzehrsmengen der letzten 24 Stunden von Interesse sind. Aus diesen Gründen verzichten wir auf eine Auswertung der Diet History-Daten.

bestimmte Lebensmittel verzehren, dies auch am Tag vor der Urinabgabe tun, wurden die Verzehrshäufigkeiten nach Möglichkeit in „fast täglich“ versus „seltener“ unterteilt.

Zweck und Vorgehensweise bei Umformungen von Variablen:
Ein Ziel bei der Identifizierung von Einflussfaktoren ist es, bei kategorisierten oder rangskalierten Variablen nach Möglichkeit Dosis-Wirkungsbeziehungen nach zu zeichnen. Wenn erst ab einer bestimmten (höheren) Dosis eine Assoziation zu der untersuchten Chlorphenolverbindung auftritt, lässt sich der Zusammenhang als Schwellenwerteffekt bezeichnen. Um diese potenziellen Assoziationen besser darzustellen, werden die Variablen ggf. umcodiert. Im Allgemeinen, d.h. wenn nicht anders vermerkt, wird so vorgegangen, dass im Ausgangsmodell die Variablen ordinal bzw. kategorial eingesetzt werden. Erst wenn sich ein zumindest statistisch tendenzieller Zusammenhang zeigt, werden die Variablen auch umcodiert überprüft. Rangskalierte Prädiktoren werden unverändert in die Abschlussmodelle aufgenommen, wenn sie monoton zur Zielgröße an- bzw. absteigen. Dies wird vorher mittels Vergleich der Kategorie-Mediane überprüft (bei numerischen Variablen anhand von Scatterplots). Bei nicht monotonem Zusammenhang erfolgt eine Überführung in Dummy-Variablen (z.B. Schichtindex, Alkoholkonsum) oder eine Dichotomisierung (letzter Einsatz von Bioziden).

Im Vorfeld der multivariaten Analysen wurden einige explorative Prädiktoren auf ihre Verwendbarkeit hin überprüft und anschließend aus verschiedenen Gründen von weiteren Analysen ausgeschlossen. Sie sind dann nicht in den vollständigen Eingangsmodellen enthalten. Zu diesen Variablen zählen: „das Ablaufenlassen von Leitungswasser“ (keine geeignete Hypothese zur Interpretation einer Assoziation), die Gemeindegröße in mehreren Kategorien (ergab keine monotonen Assoziationen; besser funktionierte das dichotomisierte Wohngebiet: ländlich versus städtisch), „geboren in Südeuropa“ (mögliche Alternative zu Staatsangehörigkeit), das Vorhandensein einer offenen Brennstelle in der Wohnung (z.B. ein Kamin; als passender erwies sich das dezentrale Heizen mit Holz oder Kohle) und versuchsweise berechnete Indices für die Anwendung der ver-

schiedenen Biozide.[7] Diese Indices führten jedoch nicht zu einer verbesserten Modellierung gegenüber den Eingangsgrößen.

Tabelle 3.2: Prädiktoren für die Chlorphenolausscheidung

Prädiktor	Art der Verwendung
„Biologische" Prädiktoren	
Kreatininkonzentration im Urin (g/l)	kontinuierlich
Lebensalter (Jahre)	kontinuierlich
Geschlecht	dichotom
Body-Mass-Index (BMI)	kontinuierlich od. dichotom
Gewichtszu- und Gewichtsabnahme in den letzten drei Jahren	jeweils dichotom
Körperlich anstrengende Tätigkeit > 2 Std./Woche	dichotom
Wohnen und Demografie	
Wohnort **alte/neue Bundesländer** oder **1988 in der DDR**	dichotom
Staatsangehörigkeit (auch) andere als die deutsche oder **geboren in Südeuropa** und **geboren in Osteuropa**	dichotom
Leben im **Ausland 1988**	dichotom
Ländliche Wohngegend (Referenz städtisch und vorstädtisch)	dichotom
Wohnen in Blockbau ohne Grün oder **Wohnen im Einzelhaus**	dichotom
Wohnen an verkehrsreicher Straße	dichotom
Sozialer Schichtindex (Ober-, Mittel-, Unterschicht)	jeweils dichotomisiert
Potentielle Emittenten in der Wohnumgebung	
Potentielle Emittenten max. 50m vom Wohnhaus (Land-/gartenwirtschaftlicher Betrieb, Viehhaltung/Zucht, lösungsmittelverarbeitender Betrieb, KFZ-Werkstatt, chemische Reinigung, Druckerei, Tankstelle, Sägewerk/Holzverarbeitung)	jeweils dichotom
Geruchsbelästigung durch Betriebe am Wohnort	dichotom
Eigene Trinkwasserversorgung	dichotom
Innenraum	
Rauchen (Status oder Zahl der Zigaretten/Tag), **Exraucher**	dichotom oder kontinuierlich
mit **schmutziger Kleidung von der Arbeit in die Wohnung** kommen, Befragter	dichotom
Dezentrales Heizen mit Holz/Kohle	dichotom
Professionelle Schädlingsbekämpfung im letzten Jahr	dichotom
Holzschutzmittelanwendung in der Wohnung	dichotom oder kategorisiert
Häusliche Anwendung von Bioziden zum/zur **Bautenschutz, Haustierpflege, Pflanzenschutz, Vorratsschutz, Insektenvernichtung, Textilschutz, Körperschutz**	je dichotom (ja/nein) oder kategorisiert oder dichotomisiert (Dummy-Variablen)

[7] (7–stufig: keine Nutzung; regelmäßige Nutzer * Zeit seit letzter Anwendung (3stufig); unregelmäßige Nutzer* Zeit seit letzter Anwendung (3stufig)).

Tabelle 3.2: Fortsetzung

Berufliche Tätigkeiten	
Land-/Garten-/Viehwirtschaft; chemische Industrie/Druckerei/Kunststoffverarbeitung; Maler/Lackierer/Raumausstatter; Schneider/Bekleidungs-/Lederverarbeitung; Reinigungskräfte; Krankenschwestern/Pfleger/Laborassistenten; Elektriker; Straßenbau/Berufsfahrer	jeweils dichotom
Ernährung (Häufigkeiten)	
Fischverzehr 48 Std. vor der Urinprobennahme **Fischkonsum**	dichotom kategorial bzw. dichotomisiert
Fleisch, -waren (Wurst, Gegrilltes, Geräuchertes, Fast-food)	jeweils dichotom
Vegetarier (= ohne Fleischkonsum)	dichotom
Cerealien (Haferflocken, Müsli und ähnliches)	dichotom
Obst, **Gemüse,** Konservengemüse, Rohkost	jeweils dichotom
Eier, **Milch** und Milchgetränke**, Butter**	jeweils dichotom
Alkoholkonsum	kategorisiert oder dichotom
Kaffee und **Tee**	jeweils dichotom
Leitungswasservolumen aus dem Haushalt (ml)	kontinuierlich od. kategorisiert oder dichotomisiert
Sonstiges	
Jahreszeit der Probennahme	dichotom
PCP im Hausstaub	kontinuierlich

3.5 Statistische Grundlagen

Die statistischen Verfahren der linearen und logistischen Regression bilden das methodische Grundgerüst dieses Berichtes. Explorativ kommen darüber hinaus bivariate Rangkorrelationen nach Spearman oder Korrelationen nach Pearson zur Anwendung. Die Datenauswertung erfolgte mit der Statistik-Software SPSS für Windows, Version 11.0 (SPSS 2001).

3.5.1 Auswertung mittels Regressionsanalyse

3.5.1.1 Lineare Regressionsanalyse

Zur gleichzeitigen Untersuchung mehrerer Einflussgrößen und deren Zusammenwirken auf eine kontinuierliche Zielgröße (hier Chlorphenolkonzentrationen) eignet sich unter be-

stimmten Voraussetzungen die lineare Regressionsanalyse. Mit ihr wird die Zusammenhangsstruktur der eingesetzten Variablen modelliert. Als Ergebnis erhält man ein Regressionsmodell, das die betrachtete Zielgröße Y als Funktion multipler Prädiktoren (erklärende Variablen) x_1,...., x_k beschreibt, die durch einen zufälligen Fehler-Term ε überlagert ist.

Die multiple lineare Regressionsanalyse geht von einem additiven Vorhersagemodell aus, in dem die unbekannten Parameter durch Minimierung der Fehlerquadrat-Summen der Abweichungen geschätzt werden. Da die Normalverteilung der Zielgröße vorausgesetzt wird, werden die Analysen mit logarithmierten Chlorphenolgehalten durchgeführt.

Für die logarithmierten Zielgrößen ln(Y) werden Regressionsgleichungen folgenden Typs angewandt:

$$\ln(Y) = b_0 + b_1 \cdot x_1 + b_2 \cdot x_2 + ... + b_k \cdot x_k.$$

wobei b_0 die Regressionskonstante ist, welche den „Hintergrund“ bzw. die normierende Größe anzeigt, und $b_1 ... b_k$ die Regressionskoeffizienten für die Prädiktoren x_1 bis x_k bezeichnen, welche die entsprechenden Effektgrößen der Prädiktoren auf die logarithmierte Zielvariable wiedergeben.

Da das Ziel der Analysen kein Modell für die logarithmierten, sondern für die ursprünglichen Chlorphenolgehalte ist, wird die Regressionsgleichung durch Exponieren delogarithmiert.

$$Y = \exp(b_0) \cdot \exp(b_1)^{x1} \cdot \exp(b_2)^{x2} \cdot .... \cdot \exp(b_k)^{xk}.$$

Das additive Modell der logarithmierten Chlorphenolgehalte wird zu einem multiplikativen Modell der originalen Chlorphenolgehalte. Diese Form lässt Aussagen über relative (prozentuale) Zu- oder Abnahmen von Expositionsfaktoren für die untersuchte Schadstoffbelastung (Zielgröße) zu. Der Regressionskoeffizient $\exp(b_i)$ gibt an um wie viel Prozent sich die Chlorphenolgehalte ändern, wenn sich die Einflussvariable (Prädiktor x_i) um eine Einheit erhöht (Bernigau et al. 1999).

Statistische Kennwerte zur Beurteilung der Güte des linearen Regressionsmodells: Die multiple Korrelation R ist die Korrelation der auf der Basis des Modells geschätzten Zielgrößenwerte mit den tatsächlichen Werten der Zielgröße. Durch Quadrierung des multiplen R

erhält man das multiple Bestimmtheitsmaß R^2. Es gibt den durch die im Modell enthaltenen Prädiktoren erklärten Varianzanteil der Zielgröße an. Mit dem „korrigierten R^2“ wird für die u.U. hohe Prädiktorenzahl im Verhältnis zur Stichprobengröße und damit überschätzter Varianzanteile adjustiert. R^2 und korrigiertes R^2 weichen umso stärker voneinander ab, je größer die Zahl der Prädiktoren und je kleiner der Stichprobenumfang ist. In den gezeigten Abschlussmodellen sind beide Maße aufgrund der hohen Fallzahlen ähnlich.

Statistische Kennwerte zur Beurteilung der Prädiktoren:
Für das multiplikative Modell mit logarithmierter Zielgröße werden die Regressionskoeffizienten und jeweils der Standardfehler des Schätzers und das Signifikanzniveau angegeben. Darüber hinaus werden die standardisierten Partial-Regressionskoeffizienten β tabelliert. Sie erlauben einen Vergleich der Bedeutung der Koeffizienten im Modell untereinander, da sie unabhängig von der Maßeinheit des Prädiktors sind. Wird β mit dem bivariaten Pearson-Koeffizienten r zwischen Prädiktor und Zielgröße multipliziert, so erhält man ein Maß für die Varianzkomponente des Prädiktors, d.h. des erklärten Varianzanteiles durch den Prädiktor.

Die Summe aller Varianzkomponenten der im Modell befindlichen Prädiktoren ergibt wiederum das Bestimmtheitsmaß R^2. In den Tabellen der linearen Abschlussmodelle werden die prozentualen Varianzanteile (β*r*100) und die erklärte Varianz R^2 angegeben.

3.5.1.2 Logistische Regressionsanalyse

Durch die Anwendung der logistischen Regression kann geprüft werden, welche Einflussfaktoren die Wahrscheinlichkeit erhöhen, hohe Chlorphenol-Werte (für gemessene Werte im oberen Bereich der Verteilung) aufzuweisen. Die Zielgröße wird dafür in „Kontrollen“ (1. Tertil der Verteilung) und „Fälle“ (3. Tertil der Verteilung) bzw. an der Bestimmungsgrenze dichotomisiert, wenn nur wenige Messwerte darüber liegen. Mit der Tertilbildung werden die Gruppen am Anfang und Ende der Verteilung („Extremwerte“) verglichen, womit aufgrund einer besseren Trennschärfe gegenüber einem cut-off point am Median die Beantwortung der Frage ermöglicht wird, welche Einflussgrößen mit einer Belastung im oberen Bereich der Verteilung assoziiert sind.

Das Odds-Ratio gibt das Verhältnis der Wahrscheinlichkeit der Zugehörigkeit zum oberen Tertil bei „Fällen“ zur Wahrscheinlichkeit der Zugehörigkeit zum oberen Tertil bei den „Kontrollen“ an.

Die Referenzkategorie eines Prädiktors erhält den Wert 1. Über 1 hinausgehende Odds-Ratios weisen auf eine Erhöhung des Risikos durch die Einflussgröße, darunter liegende Odds-Ratios auf eine Risikoverminderung. Für die Odds-Ratios werden die 95%-Konfidenzintervalle angegeben. Schließt das 95%-Konfidenzintervall die 1 nicht ein, dann wird das Odds-Ratio als statistisch signifikant angesehen.

Im Gegensatz zur linearen Regression, lassen sich die unabhängigen Einflussgrößen in der logistischen Regression dann nicht mehr quantitativ (je ...desto höher/niedriger), sondern nur noch qualitativ (je ... desto häufiger) interpretieren. Die Methode der logistischen Regression ist jedoch wegen der geringen Anforderungen an die Datenqualität der Eingangsgrößen als robuster einzustufen als die lineare Regression.

3.5.2 Methode der Modellwahl

Ziel ist es, für jede Chlorphenolverbindung ein Regressionsmodell zu entwickeln, welches die Ausscheidung der Chlorphenole im Urin in der Bevölkerung Deutschlands mit Hilfe von statistisch gesicherten Einflussfaktoren bestmöglich erklärt, unter der Berücksichtigung folgender Kriterien: ist der Einfluss hypothesenkonform, plausibel, stabil in Teilgruppen und erklärt er einen nennenswerten Anteil der Varianz?

Zunächst wird für die Volumenkonzentration der einzelnen Chlorphenolverbindungen ein Eingangsmodell mit allen verfügbaren potenziellen Einflussfaktoren entwickelt (siehe Abschnitt 2.3). Die in Tabelle 3.2 beschriebenen Prädiktoren werden gemeinsam in die Modelle aufgenommen.

Methodische Probleme bereiten aufgrund fehlender Fragebogenangaben unterschiedliche Probandenzahlen zwischen Eingangs- und reduzierten Modellen. Weiterhin ist die große Zahl möglicher Prädiktoren im Eingangsmodell kritisch. Bei bis zu 70 Kovariablen im Eingangsmodell sind hochgradige Kollinearitäten wahrscheinlich, erkennbar an abneh-

menden „Toleranzen“ (Varianzinflation). Sowohl die variierenden Probandenzahlen als auch die Vielzahl der Prädiktoren bedingen, dass Effekte häufig nicht stabil (über die schrittweise reduzierten Modelle) geschätzt werden können. Sicherheitshalber verbleiben beim schrittweisen Ausschluss nicht relevanter Prädiktoren zunächst auch Variablen im Modell, die eine Irrtumswahrscheinlichkeit von bis zu 20% aufweisen. Im abschließenden Modell werden nur jene Variablen aufgenommen, die zumindest statistisch tendenziell gesichert sind ($p < 0{,}1$). Prädiktoren, die entweder nur in Untergruppen bedeutsam sind, etwa nur bei Frauen oder nur in den neuen Ländern, oder einzelne Prädiktoren mit höherer Irrtumswahrscheinlichkeit als 0,1 werden ggf. gesondert im Text erwähnt, sind aber nicht in die abschließenden Modelle der Gesamtgruppe aufgenommen worden.

Die Frage nach einer adäquaten Modellauswahl stellt sich bei einigen Chlorphenolverbindungen aufgrund ihrer stark asymmetrischen Verteilungen. Wir gehen in diesem Bericht so vor, dass im Ergebnisteil die linearen Modelle zuerst besprochen werden, sofern die Transformation der jeweiligen Chlorphenol-Verteilung eine lineare Regression ermöglicht. Je nach Schiefe der Verteilung der transformierten Zielgröße bzw. dem Grad der Anpassung an eine Normalverteilung werden robuste lineare Modelle bei guter Anpassung im Ergebnisteil (2,4,5-Trichlorphenol und Pentachlorphenol) oder bei schlechterer Anpassung im Anhang gezeigt (4-MonoCP, 2,4- und 2,5-Dichlorphenol, 2,4,6-Trichlorphenol). Für die transformierten Chlorphenole mit guter Anpassung an eine Normalverteilung werden auch logistische Modelle zum Vergleich berechnet und im Anhang tabelliert (2,4,5-Trichlorphenol und Pentachlorphenol). Die übrigen Chlorphenole ließen sich nur mit logistischer Regressionsanalyse auswerten (2,6-Dichlorphenol, 2,3,4-Trichlorphenol und 2,3,4,6-Tetrachlorphenol). In jedem Fall wird im Ergebnisteil nur das am besten geeignete Modell tabelliert.

Die Untergruppenanalysen für Frauen und Männer bzw. für den Wohnort alte/neue Bundesländer beginnen je nach Anpassungsgrad der Residuen des Gesamtmodells an eine Normalverteilung entweder mit dem linearen oder logistischen Eingangsmodell. Zielgröße ist die volumenbezogene Konzentration der jeweiligen Chlorphenolverbindung. Das komplette Eingangsmodell wird verwandt, soweit die Fallzahl es ermöglicht, zahlreiche Prädiktoren in

einem einzigen Modell zu überprüfen (dies ist in den Modellen für neue Bundesländer nicht möglich, daher werden kleinere Prädiktoren-Sets parallel überprüft).

Bei den dargestellten linearen Regressionsanalysen gehen wir davon aus, dass der vorliegende Gesamtdatensatz für die chlorierten Phenole ausreichend groß ist, um stabile Schätzungen der Regressionskoeffizienten für die wesentlichen Einflussgrößen zu erreichen. Die Schätzfehler der Regressionskoeffizienten werden jeweils in den Ergebnistabellen dargestellt, um eine Beurteilung der Koeffizienten zu ermöglichen. Für die Zielgrößen, also die Konzentrationsmessungen von chlorierten Phenolen im Urin, ist nach der Literaturlage davon auszugehen, dass die Konzentration der Substanzen im Morgenurin durch eine große Zahl von unabhängigen Einflussfaktoren bestimmt ist. Der zentrale Grenzwertsatz legt es unter diesen Bedingungen (insbesondere nach angemessenen Transformationen) nahe, näherungsweise von einer Normalverteilung auszugehen (Schlittgen 1994). Eine lineare Kombination von, beliebigen Verteilungen folgenden, Eingangsgrößen konvergiert gegen eine Normalverteilung, eine multiplikative Kombination gegen eine logarithmische Normalverteilung. Es wird angenommen, dass die jeweiligen Zielgrößen als additive Kombination von Beiträgen beschreibbar sind, auf mögliche überadditive Effekte (Wechselwirkungen) wird nicht eingegangen, da keine entsprechenden Hinweise aus der Literatur vorliegen. Wird für die Zielgrößen von logarithmischen Normalverteilungen ausgegangen (Ln-Transformationen), so wird aus dem linearen Modell ein multiplikatives. Die Zielgrößen werden transformiert, um eine lineare Regression berechnen zu können.

Da Extremwerte und Ausreißer die Höhe der Kovarianz und damit die Regressionskoeffizenten übergewichtig beeinflussen können, müssen die Ausgangsdaten jeweils getrennt betrachtet werden; dies ist im Rahmen der Datendeskription und –transformation, bzw. Rekodierung erfolgt. Zu allen Regressionsmodellen wurden die Residualverteilungen (Verteilung der nicht erklärten Varianzanteile) visuell überprüft und statistisch analysiert, um mögliche Verzerrungen auszuschließen. Die entsprechenden Grafiken und Tabellen sind im Anhang dargestellt. Auf eine Überprüfung der Abschlussmodelle durch sogenannte robuste Regressionsmethoden (z.B. Marazzi 1993; Yohai et al. 1998) wurde hier verzichtet, weil die Ergebnisse der linearen Regressions-

modelle durch eine, auf kategorialen Zielgrößen basierenden, logistischen Regression abgesichert werden (Agresti 1990).

In den Analysen wurde eine Stratifizierung nach Geschlecht und Wohnort in den neuen und alten Ländern vorgenommen, um einerseits mögliche subgruppenspezifische Einflüsse deutlicher erkennen zu können und andererseits, um die Stabilität des reduzierten Modells zu beurteilen. Die Analysen haben wegen des geringeren Stichprobenumfanges eher einen explorativen und ergebnisabsichernden Charakter, wegen des indirekten Ausschlusses von „Störvariablen“ durch Selektion jedoch eine verbesserte Aussagekraft für die untersuchten Gruppen.

Die Stichprobe für den Gesundheitssurvey und eingebettet für den Umwelt-Survey 1998 wurde unter dem Gesichtspunkt der Repräsentativität mit der Allgemeinbevölkerung hinsichtlich verschiedener Merkmale, wie Wohnort in den alten oder neuen Bundesländern, Gemeindegröße, Alter und Geschlecht ausgewählt (HBM-Band, Becker et al. 2002). Die deskriptive Auswertung der Daten des Umwelt-Surveys 1998 diente wesentlich der Ermittlung von Referenzwerten für die Allgemeinbevölkerung. Sie wurde daher mit für die genannten Merkmale gewichteten Daten durchgeführt, um für die Unterschiede in den Anteilen zwischen rekrutierter Stichprobe und Grundgesamtheit zu korrigieren.

Ziel der analytischen Auswertung ist es dagegen, Zusammenhänge zwischen Verhaltens- und Lebensweisen (Einflussfaktoren) und der Chlorphenolausscheidung im Urin zu identifizieren. Hierbei spielt die Zusammensetzung der Stichprobe nur insofern eine Rolle, als für die Chlorphenolbelastung relevante Lebens- und Verhaltensweisen möglicherweise nicht oder nur in kleinen Untergruppen vorkommen und somit nicht identifiziert werden können. Die Regressionsanalysen werden aus diesem Grund ausschließlich mit ungewichteten Daten durchgeführt.

4 Ergebnisse

4.1 Häufigkeiten der potenziellen Einflussgrößen

Die Häufigkeiten möglicher Einflussfaktoren beziehen sich auf die Teilstichprobe mit Bestimmungen der Chlorphenole im Urin. Sie sind nach Geschlecht und für den „Wohnort in den alten oder neuen Bundesländern“ getrennt dargestellt (Tabelle 9.3 im Anhang). Auf eine eingehende Beschreibung der Tabelle wird an dieser Stelle verzichtet.

Männer und Frauen haben in etwa gleich häufig teilgenommen (51.7% versus 48.3%, Tabelle 4.1.1). Die Anteile der Bewohner aus den alten (80%) und neuen (20%) Bundesländern entsprechen dem Verhältnis in der Gesamt-Stichprobe des Umwelt-Surveys 1998 (Tabelle 4.1.1). Das Alter der Erwachsenen ist, mit Ausnahme der etwas höheren Anzahl von 30-39-Jährigen, in den Altersklassen gleichmäßig verteilt (Tabelle 4.1.2). Bei Männern deutlich höher als bei Frauen sind die Mittelwerte des Kreatinins und es besteht ein ausgeprägter Altersgang (Tabelle 4.1.2). Mit zunehmendem Alter nimmt der Kreatiningehalt im Urin ab.

Tabelle 4.1.1: Teilnahme von Männern und Frauen nach alten und neuen Ländern

	alte Länder		neue Länder		Gesamt	
Geschlecht	**n**	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**
Männer	282	78,8	76	21,2	358	51,7
Frauen	270	80,8	64	19,2	334	48,3
Gesamt	552	79,8	140	20,2	692	100,0

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998.

Tabelle 4.1.2: Altersklassen und Kreatininkonzentration im Urin

			Kreatinin im Morgenurin (g/L)		
	N	**%**	**GM**	**AM**	**STD**
Geschlecht					
Männlich	358	51,7	1,46	1,65	,78
Weiblich	334	48,3	1,07	1,25	,67
Altersklasse					
18 - 29 Jahre	138	19,9	1,70	1,88	,79
30 - 39 Jahre	168	24,3	1,48	1,66	,74
40 - 49 Jahre	144	20,8	1,23	1,43	,77
50 - 59 Jahre	129	18,6	,99	1,12	,52
60 - 69 Jahre	113	16,3	,92	1,10	,57
Gesamt	692	100	1,26	1,46	,76

Anmerkungen: GM geometrischer Mittelwert, AM arithmetischer Mittelwert, STD Standardabweichung
Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998.

4.2 Kreatinin, Urinmenge, Flussrate und Alter und Geschlecht

Die logarithmierte Kreatininkonzentration ist mit der Menge des abgegebenen Urins korreliert (Pearson r = -0,47 für die Gesamtgruppe und getrennt in beiden Geschlechtern r_{Frauen}=-0,58, $r_{Männer}$=-0,58). Je größer die Urinmenge ist, desto geringer ist die Kreatininkonzentration im Urin. Darüber hinaus ist die Kreatininausscheidung von Alter, Geschlecht (Tabelle 4.1.2) und Körpergewicht abhängig[8] (Tabelle 4.2): Erklärend kann vermutet werden, dass mit zunehmenden Alter die Urinmenge zunimmt und/oder die Zeit zwischen letztem Toilettengang bis zur Probennahme (Retentionszeit) abnimmt. Beides lässt sich aus den Daten ableiten. Zwischen Alter einerseits und der abgegebenen Menge an Urin, der Retentionszeit und der näherungsweise errechneten Flussrate (Urinmenge in Gramm/ Retentionszeit in Minuten) bestehen geringe Assoziationen (Tabelle 4.2). Ältere Probanden scheiden morgendlich eine größere Urinmenge aus, die Zeit seit dem letzten Toilettengang ist dabei kürzer, so dass eine höhere Durchflussrate als bei jüngeren Probanden resultiert.

Tabelle 4.2: Zusammenhang von Alter, Trinken, Gewicht und Kreatinin im Urin

Spearman-Korrelation		Kreatinin (µg/l)	Urinmenge (g)	Retentions-zeit (min)	Berechnete Flussrate (g/min)	Trink-wasser-volumen (ml/Tag)	Mineral-, Leitungs-wasser (Tage/Wo.)	Gewicht (kg)
	n	692	690	678	678	678	692	692
Kreatinin	r_s		-0,473	0,211	-0,551	-0,083	-,138	0,139
Alter	r_s	-0,411	0,172	-0,162	0,245	0,061 (n.s.)	0,070 (n.s.)	0,153

Anmerkungen: Korrelationskoeffizienten statistisch signifikant p < 0,001, n.s. nicht signifikant
Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998.

[8]Die Kreatinin-Clearance ist abhängig von Alter, Geschlecht und Körpergewicht (Marquardt, Lehrbuch der Toxikologie 1994)

4.3 4-Monochlorphenol im Morgenurin

4-Monochlorphenol wird in der chemischen und Pharmaindustrie zur Produktion von höherchlorierten Chlorphenolen, Farben, Fungiziden und Medikamenten, insbesondere als Antiseptikum zur Wurzelkanalbehandlung[9] in der Zahnmedizin eingesetzt (ATSDR 2002a, Wrbitzky et al 1994).

Alle Probanden haben nachweisbare Schadstoffkonzentrationen von über 0,1 µg/L. Die Verteilung von 4-Monochlorphenol ist stark rechtsschief, die Verteilung weist eine hohe Standardabweichung auf (Tabelle 4.3.1, Abbildung 4.3.1). Vor einer weiteren Bearbeitung müssen die Laborwerte geeignet transformiert werden.

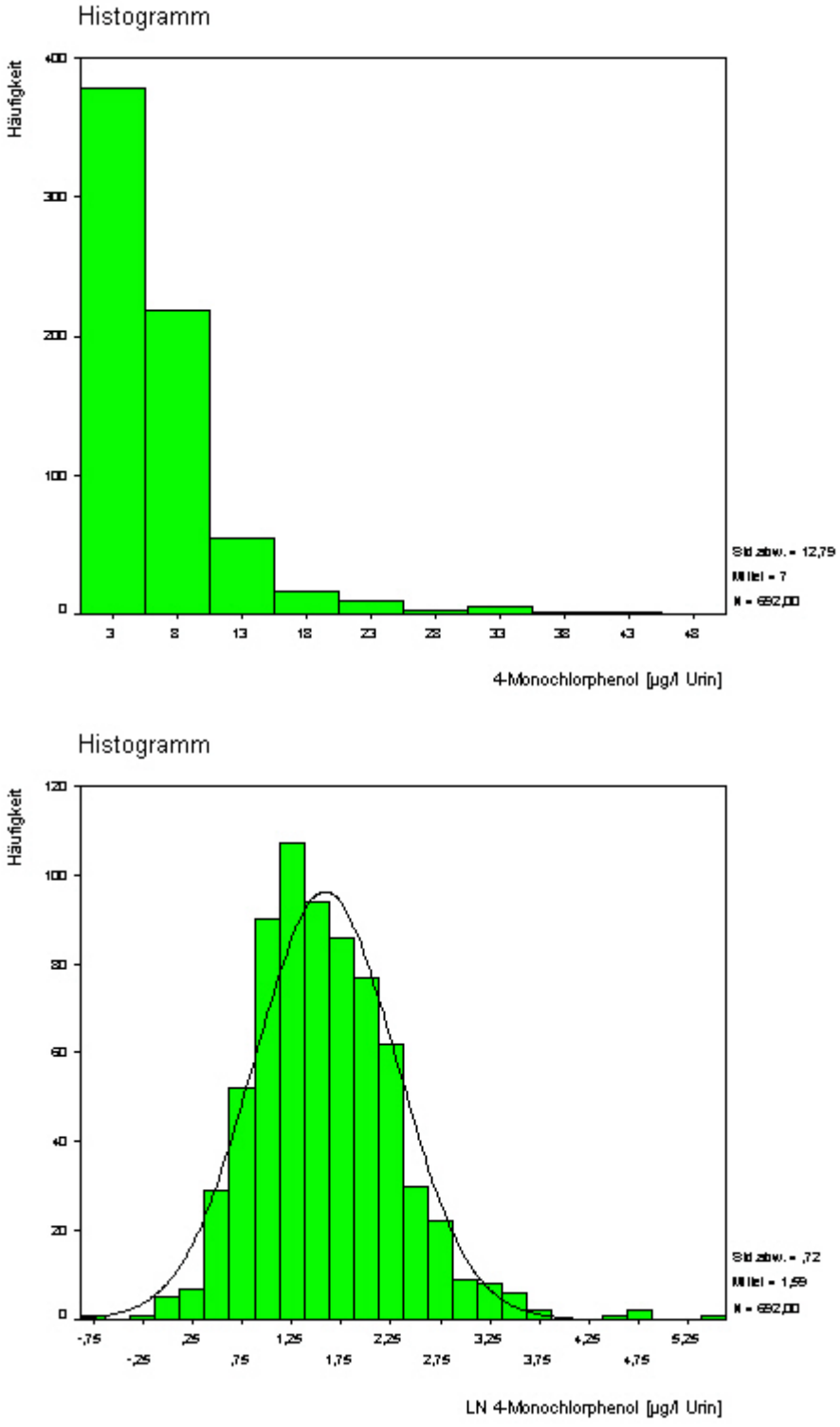
Tabelle 4.3.1: Verteilung von 4-Monochlorphenol im Urin (ungewichtete Daten)

N=692	AM	STD	GM	KI GM	Min	P5	P25	P50	P75	P95	Max
4-Monochlorphenol (µg/L)	6,93	12,7	4,91	4,65-5,17	0,44	1,78	3,00	4,55	7,63	16,53	265
4-Monochlorphenol/ Kreatinin (µg/g)	5,94	17,3	3,90	3,69-4,12	0,44	1,44	2,30	3,61	5,92	14,72	411

Anmerkungen: AM= arithmetisches Mittel, STD = Standardabweichung, GM=geometrisches Mittel, KI GM= Konfidenzintervall des geometrischen Mittelwertes, P5, P25, P50, P75, P95 = 5., 25., Median. 75. und 95. Perzentil, Min= Minimaler Wert, Max = Maximaler Wert.
Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998.

[9] Im Umweltsurvey 1998 wurde nicht nach einer vor kurzem erfolgten Zahnwurzelbehandlung gefragt.

Abbildung 4.3.1: Verteilung von 4-Monochlorphenol (original und logarithmiert)



Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998.

4.3.1 Lineare Regressionsmodelle mit 4-Monochlorphenol im Urin

Die logarithmierte Konzentration von 4-Mono-CP (µg/L) ohne Kreatininbezug wurde nach dem in Abschnitt 3.5.2 beschriebenen Vorgehen auf mögliche Einflussvariablen untersucht.

Eine ausreichende Anpassung der Residuen an die Normalverteilung wurde bei keinem der linearen Regressionsmodelle für 4-Monochlorphenol erreicht. Aufgrund der Robustheit der Effekte soll das Abschlussmodell gleichwohl vorgestellt werden.

Die schrittweise Reduktion von Variablen aus dem Eingangsmodell nach der Größenordnung der p-Werte ergibt ein Modell mit sechs statistisch relevanten Prädiktoren (n=663). Das Modell erklärt 17,1% der Varianz (korrigiertes R^2) von 4-Monochlorphenol (Tabelle 9.4.1 im Anhang).

Mit zunehmender Kreatinin-Konzentration und mit zunehmendem Alter steigt der Gehalt an 4-Monochlorphenol im Urin statistisch signifikant. Frauen haben höhere 4-Mono-CP-Werte als Männer. Des Weiteren sind die Zeit seit letztem Einsatz von Bioziden zum Textilschutz (je kürzer die Zeit seit letzter Anwendung ist, desto höher ist die Chlorphenolausscheidung) und ein täglicher Alkoholkonsum von über 30 Gramm pro Tag bedeutsam. Und schließlich erreicht der Prädiktor „Menge an konsumierten Leitungswasser aus Leitungen des Haushalts“ statistische Signifikanz (p=0,043, Tabelle 9.4.1 im Anhang).

4.3.2 Lineare Modelle von 4-Monochlorphenol mit Kreatininbezug

Bei Normierung der Schadstoffkonzentration an der Kreatininkonzentration, hängt Kreatinin negativ mit der Zielvariablen zusammen. Die Pearson-Korrelation zwischen 4-Monochlorphenol und Kreatiningehalt beträgt r = 0,4. Nach Normierung des 4-Mono-CP am Kreatinin ergibt sich eine negative Korrelation von r = –0,43. Dies bedeutet eine mögliche Überkorrektur durch den Parameter Kreatinin. Um die Kovarianz der zeitabhängigen Clearance mit Kreatinin als Indikator wirksamer herauszurechnen, wurde der Schadstoffwert durch eine Potenz von Kreatinin dividiert. Der Faktor ist der Steigungskoeffizient zwischen logarithmierter Schadstoff- und logarithmierter Kreatininkonzentration im Urin

(LN von 4-MonoCP/Kreatinin^{0,446}).[10] Die resultierende Variable ist bivariat nicht mehr mit Kreatinin korreliert (r_s=0,03, p=0,99, n=692).

Wird 4-Mono-CP mit der potenzierten Kreatininkonzentration im Nenner als Zielvariable eingesetzt, verändern sich die Ergebnisse des abschließenden Modells gegenüber dem Modell mit volumenbezogener Zielvariablen nicht wesentlich. Das Modell enthält wiederum sechs Variablen (n=663 Probanden). Die Kreatininkonzentration weist multivariat noch einen tendenziellen Zusammenhang zur Zielvariablen auf (p=0,059). Die Prädiktorenstruktur und die Signifikanzniveaus bleiben gegenüber dem volumenbezogenen Abschlussmodell unverändert. Im linearen Modell von 4-Mono-CP mit Kreatininbezug ist die erklärte Varianz sehr gering (5,8%, korrigiert 4,9%, Tabelle 9.4.2 im Anhang).

4.3.3 Logistische Regressionsmodelle von 4-Monochlorphenol im Urin

Für die Berechnung der Zielgröße wurde die empirische Verteilung der Konzentration von 4-Mono-CP in Tertile geteilt und das obere Tertil (>6,35 µg/L) dem unteren (<3,43 µg/L) gegenüber gestellt. Das Eingangsmodell ist im Anhang dargestellt (Tabelle 9.4.4 im Anhang).

Das reduzierte Abschlussmodell enthält fünf statistisch signifikante und eine tendenziell bedeutsame Variable (n=576 Erwachsene), die allesamt schon im linearen Modell bedeutsam waren: Die logarithmierte Kreatininkonzentration, das Geschlecht, das Alter, ein täglicher Alkoholkonsum von unter vs. über 30 Gramm und ein Leitungswasserkonsum von unter vs. über 1125 ml/Tag sind mit statistisch signifikanten Odds-Ratios verbunden (Tabelle 4.3.2, Abbildung 4.3.2). Die Häufigkeitsverteilung des Alkoholkonsums zeigt einen höheren Anteil von „Vieltrinkern“ im oberen Tertil (Tabelle im Anhang 9.4.5). Frauen befinden sich 1,7-fach häufiger im oberen Tertil der Verteilung als Männer. Für das Alter ergibt sich ein höheres Risiko von 1,018 pro Lebensjahr, dem oberen Tertil anzugehören. Ein höherer Alkoholkonsum erhöht das Risiko um das 3,4-fache dieser Gruppe anzugehören. Der Konsum von mehr als 1125 ml Leitungswasser pro Tag ist mit einem 1,77-fach höheren Risiko verbunden.

[10] Die Transformation entspricht dem in K. Hoffmanns UBA-internen Papier „Ansätze zur Urin-Normierung (Diskussionsmaterial Teil I und II)“ zitierten Verfahren I zur Kreatininnormierung; 1998; persönliche Mitteilung.

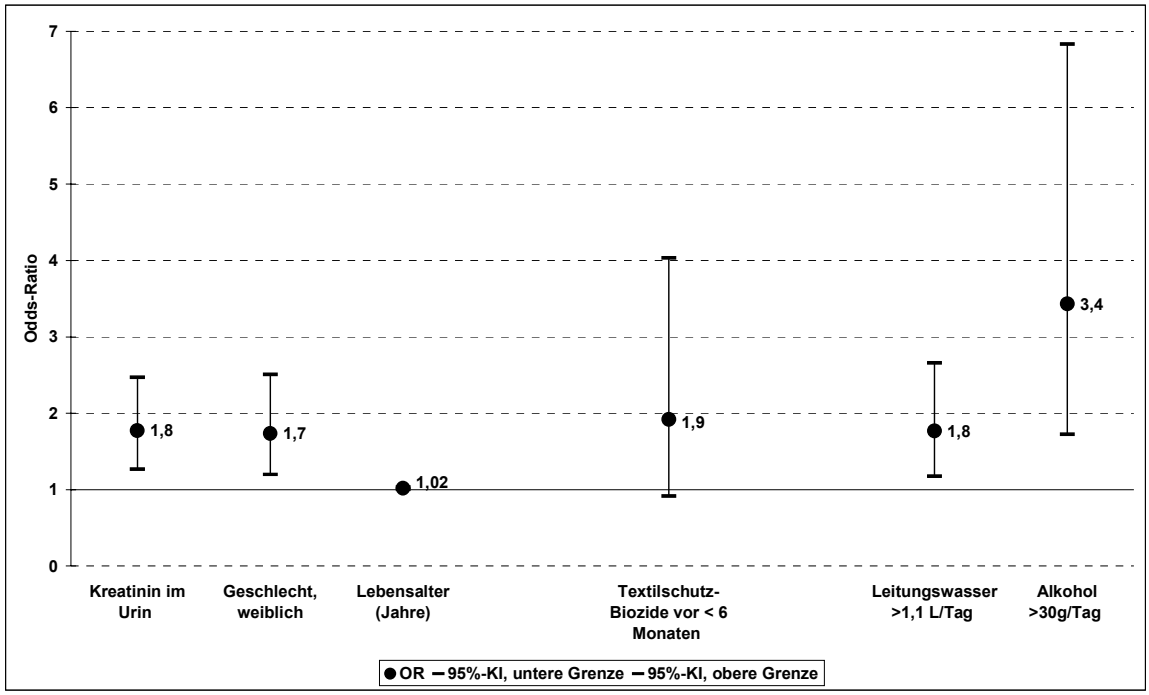
Probanden, die in den letzten 6 Monaten Biozide zum Texilschutz benutzten, befinden sich 1,9-fach häufiger im oberen Tertil als Probanden, die diese vor längerer Zeit oder gar nicht benutzten (die Assoziation ist statistisch nur tendenziell gesichert, Tabelle 4.3.2).

Tabelle 4.3.2: Logistisches Abschlussmodell von 4-Monochlorphenol: unteres versus oberes Tertil

n=576 **unteres Tertil n=293, oberes Tertil n=283** **FG=6, Chi^2 = 37,7**	**n**	**FG**	**p**	**OR**	**95%-Konfidenz-intervall für OR**	
Prädiktoren					**unten**	**oben**
Konstante		1	,000	,234		
Kreatinin im Urin (g/l), logarithmiert	576	1	,001	1,770	1,269	2,468
Geschlecht Frauen (Referenz: Männer)	290	1	,003	1,735	1,199	2,509
Alter in vollendeten Jahren	576	1	,012	1,018	1,004	1,032
Konsum von Leitungswasser >1125 ml pro Tag (Referenz: weniger)	131	1	,006	1,768	1,176	2,658
Biozide zum Textilschutz, letzter Einsatz vor weniger als 6 Monaten (Referenz: früher und gar nicht)	34	1	,085	1,921	,915	4,033
Alkoholkonsum >30g/Tag (Referenz: weniger)	47	1	,000	3,432	1,725	6,832
-2 Log-Likelihood 760,6	Cox & Snell R-Quadrat 0,063			Nagelkerkes R-Quadrat 0,084		

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998.

Abbildung 4.3.2: Einflussgrößen für 4-Monochlorphenol im Urin (Odds-Ratios und 95%-Konfidenzintervalle)



Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998.

4.3.4 Logistische Modelle von 4-Monochlorphenol differenziert nach alten und neuen Bundesländern [11]

Für die getrennten logistischen Modelle nach dem Wohnort (alte und neue Bundesländer) wurde die Tertilzuordnung von 4-Monochlorphenol als Zielvariable verwendet. Das abschließende Modell für die Erwachsenen in den alten Bundesländern basiert auf 468 Personen (Tabelle 4.3.3). Die Zielvariable hängt wiederum eng mit dem Kreatiningehalt zusammen (OR=2,01 pro Einheit Kreatinin). Frauen befinden sich häufiger im oberen Tertil von 4-MonoCP als Männer (OR=1,72), ebenso Ältere im Vergleich zu Jüngeren (OR=1,024 pro Altersjahr oder 24% pro 10 Jahre). Probanden mit einem Alkoholkonsum über 30 Gramm pro Tag haben einen 2,6-fach höheren Odds-Ratio als Probanden, die weniger oder keinen Alkohol trinken. Probanden, die im letzten Halbjahr vor dem Interview Biozide zum Textilschutz benutzt haben, haben gegenüber den übrigen Probanden ein 2,2-fach höheres Risiko. Neu in das Abschlussmodell aufgenommen wurde als erklärende

[11] Anmerkung: Konfidenzintervalle und p-Werte werden nur im Text erwähnt, wenn keine Tabelle gezeigt wird.

Variable der Verzehr von Geräuchertem mindestens einmal pro Woche mit einem 1,76-fach erhöhtem Risiko. Tendenziell bedeutsam ist darüber hinaus der tägliche Verzehr von Müsli und Flocken (OR 1,74).

Tabelle 4.3.3: Logistisches Modell von 4-Monochlorphenol für Probanden in den alten Bundesländern

n=468 **oberes Tertil =241, unteres Tertil =227** **FG= 7, Chi-Quadrat 32,8**	**n**	**FG**	**p**	**OR**	**95%- Konfidenz-intervall für OR**	
					Unten	**Oben**
Konstante		1	,000	,174		
Kreatinin im Urin (g/l), logarithmiert		1	,000	2,014	1,394	2,909
Geschlecht: weiblich (Referenz: männlich)	235	1	,011	1,720	1,130	2,620
Alter in vollendeten Jahren		1	,003	1,024	1,008	1,040
Geräuchertes mind. 1x/Woche (Referenz: weniger)	69	1	,044	1,762	1,016	3,055
Flocken, Müsli etc. tägl. und häufiger (Referenz: weniger)	52	1	,076	1,737	,944	3,199
Biozide zum Textilschutz, letzter Einsatz vor weniger als 6 Monate (Referenz: früher und gar nicht)	31	1	,045	2,236	1,019	4,905
Alkoholkonsum >30 g/Tag (Referenz: weniger und abstinent)	36	1	,015	2,589	1,204	5,570
-2 Log-Likelihood 615,6	Cox & Snell R-Quadrat ,068			Nagelkerkes R-Quadrat ,090		

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998.

Die Ergebnisse des logistischen Modells für die **neuen Bundesländer** basieren auf 117 Probanden, davon gehören 57 dem oberen Tertil an. Im Modell sind zwei Prädiktoren verblieben. Der einzig signifikante Prädiktor ist ein täglicher Alkoholkonsum von über 30 Gramm (OR 4,3, 95%-KI 1,13-16,75, p=0,033, n=13). Darüber hinaus ist die Beschäftigung als Krankenschwester, Hebamme, Laborantin oder Pfleger mit einem deutlich erhöhten Odds-Ratio assoziiert, jedoch ist dieses Ergebnis bei einer kleinen Fallzahl nicht signifikant (OR 5,2, 95%-KI 0,56-48,3, p=0,15, n=5)[12].

4.3.5 Logistische Regression von 4-Monochlorphenol nach Geschlecht

Im logistischen Abschlussmodell für Männer (n=301) ist nur der erhöhte Alkoholkonsum signifikant mit einem höheren Odds-Ratio verbunden (n=46, OR 2,55, 95%-KI 1,33-4,9).

[12] In einem linearen Modell für die neuen Bundesländer mit drei Pädiktoren (Kreatinin, Alkohol >30g/Tag und der Berufsgruppe „Krankenschwestern etc." ist letztgenannter statistisch signifikant (Tabelle 9.4.3 im Anhang).

Im logistischen Abschlussmodell für Frauen (n=300) sind die Parameter Kreatinin, Alter und der Fischverzehr vor der Urinprobe (OR 1,8, 95%-KI 0,95-3,40, p=0,073, n=49) für die Zuordnung zum oberen Tertil von 4-Monochlorphenol tendenziell erhöht.

4.3.6 Diskussion von 4-Monochlorphenol im Urin

Nur wenige Prädiktoren tragen systematisch zur Vorhersage der Verteilung von 4-Monochlorphenol bei, die erklärte Varianz bleibt äußerst gering (um 6%). Die Kovariaten Kreatinin im Urin, Alter und Geschlecht haben die höchsten Anteile an der Varianzaufklärung.

Mögliche relevante Aufnahmepfade können der Alkoholkonsum und die Zuhause konsumierte Menge an Leitungswasser sein. Der Alkoholkonsum und das Trinkwasser aus Leitungen des Haushalts müssen selbst nicht ursächlich für eine Exposition stehen (ebenso wie die übrigen Indikatoren). Möglich ist z.B. das Vorhandensein eines intermediären Effektes z.B. mit dem Geschlecht. Es kann auch nicht ausgeschlossen werden, dass es sich um zufällige Befunde handelt.

Darüber hinaus hat die letzte Anwendung von Bioziden zum Textilschutz vor weniger als 6 Monaten einen Einfluss auf die Ausscheidung von 4-Monochlorphenol.
In den alten Bundesländern ist der Verzehr von Geräuchertem mit höheren Urinkonzentrationen an 4-Monochorphenol verbunden.

In den neuen Ländern zeigte sich neben dem Alkoholkonsum ein Zusammenhang für die Berufstätigkeit als Krankenschwester, Laborantin oder Pfleger, der in einem linearen Modell statistische Signifikanz erreichte (Tabelle 9.4.3 im Anhang), hingegen zeigte sich im logistischen Modell eine nicht signifikante Erhöhung des Odds-Ratios um das 5-fache. Eine Exposition mit 4-Monochlorphenol ist wahrscheinlich durch Desinfektionsmittel im medizinischen Bereich gegeben, wobei Unterschiede in den angewandten Substanzen zwischen alten und neuen Bundesländern bestehen können. Dies lässt sich auch für die Biozide zum Textilschutz annehmen.

Insgesamt zeigt sich aber, dass die Aufnahmepfade für 4-Monochlorphenol mit den hier untersuchten Variablen nur unbefriedigend aufgeklärt werden konnten.

4.4 2,4-Dichlorphenol im Morgenurin

2,4-Dichlorphenol wird überwiegend als Herbizid, Fungizid, Insektizid in Haus, Garten und Landwirtschaft eingesetzt und ist Abbauprodukt der 2,4-Phenoxyessigsäurehaltigen Pestiziden. Außerdem wird es zum Eulanisieren in der Textilindustrie (Wrbitzky et al. 1994) sowie zum Motten- und Milbenschutz benutzt (ATSDR 2002a).

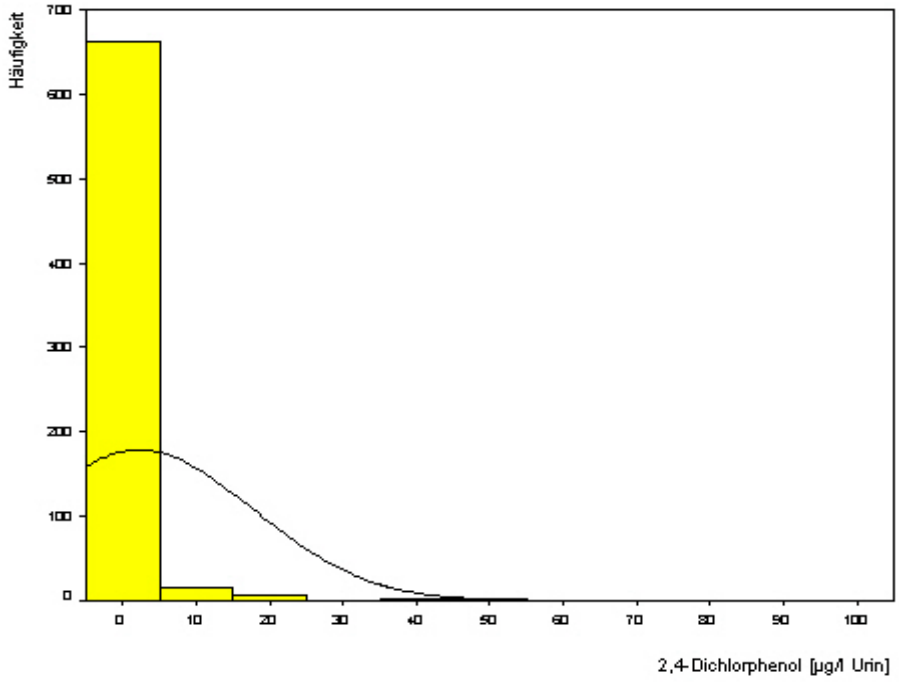
Die Höhe der Konzentrationen von 2,4-DiCP im Urin ist niedriger als von 4-Monochlorphenol. Neun Prozent der Probanden haben einen Wert unter der Bestimmungsgrenze von 0,1 µg/L. Der arithmetische Mittelwert fällt mit dem 90. Perzentil zusammen, die Verteilung weist eine sehr hohe Standardabweichung auf (Tabelle 4.4.1). Abbildung 4.4.1 illustriert die Dichte-Verteilung der originalen und logarithmierten Werte im Histogramm.

Tabelle 4.4.1: Verteilung von 2,4-Dichlorphenol im Urin (ungewichtete Daten)

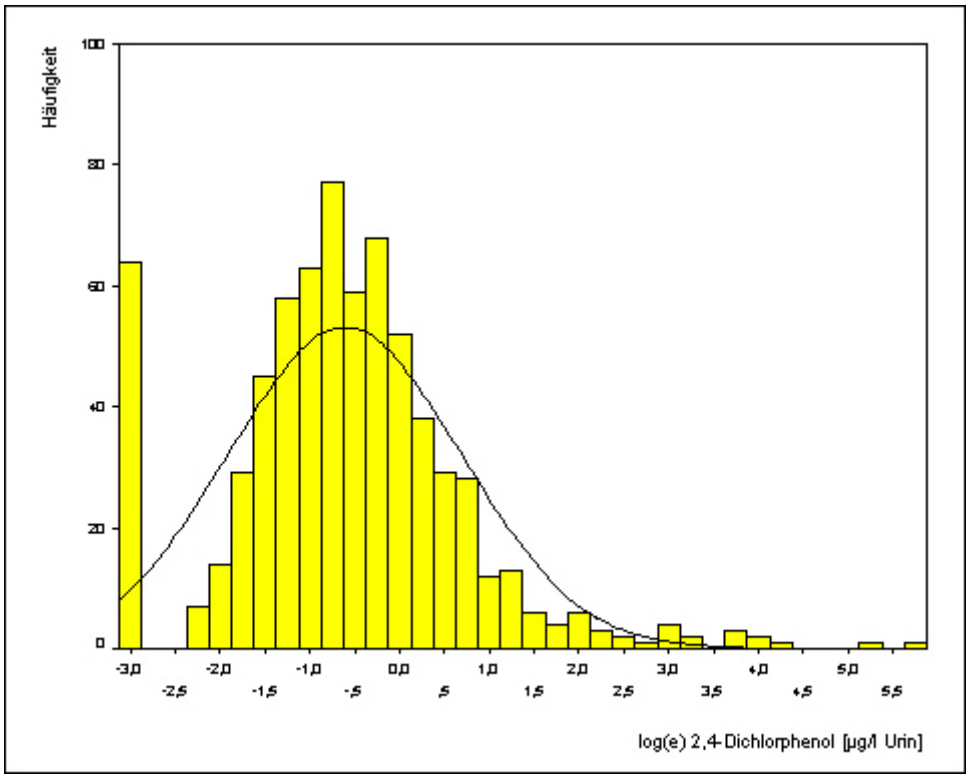
N=692	<BG	AM	STD	GM	KI GM	Min	P5	P25	P50	P75	P95	Max
2,4-DiCP (µg/L)	n =64 9,2%	2,29	15,4	0,54	0,49-0,60	<0,1	<0,1	0,26	0,52	1,04	4,32	339
2,4-DiCP/ Krea. (µg/g)	-	1,45	8,3	0,43	0,40-0,47	0,01	0,06	0,22	0,40	0,78	2,90	168

Anmerkungen: <BG= unter Bestimmungsgrenze, AM= arithmetisches Mittel, STD = Standardabweichung, GM = geometrisches Mittel, KI GM = Konfidenzintervall des geometrischen Mittelwertes, P5, P25, P50, P75, P95 = 5., 25., 50., 75. und 95. Perzentil, Min= Minimaler Wert, Max = Maximaler Wert.
Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998.

Abbildung 4.4.1: 2,4-Dichlorphenol (original und logarithmiert)



2,4-Dichlorphenol (logarithmiert)



Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998.

4.4.1 Lineare Regressionsmodelle für 2,4-Dichlorphenol (Volumenbezug)

Die transformierte Zielvariable und die Residuen sind nur angenähert normalverteilt. Daher werden die Daten zu 2,4-Dichlorphenol im Anschluss an die lineare Regression mittels logistischer Regression ausgewertet.

Das lineare Abschlussmodell von 2,4-Dichlorphenol im Urin umfasst 8 Variablen (n=673 Probanden). Die erklärte Varianz beträgt korrigiert 22% (Tabelle 9.5.1 im Anhang).

Die Kreatininkonzentration erweist sich wieder als die stärkste Kovariate, gefolgt vom Alter der Probanden. Je höher der Kreatininwert ist, desto höher ist die Schadstoffkonzentration im Urin. Ältere Probanden haben statistisch signifikant höhere Werte als Jüngere. Der Einsatz von Bioziden zum Textilschutz ist mit 2,4-DiCP positiv assoziiert. Als Indikator wurde die 4-stufige Nachexpositionszeit in Monaten eingesetzt. Je kürzer die Zeit seit letzter Anwendung, desto höher ist die 2,4-CP-Ausscheidung. Außerdem sind das Rauchen, eine Geruchsbelästigung durch Betriebe am Wohnort und der Verzehr von Gegrilltem mehr als einmal pro Monat mit einer höheren 2,4-DiCP-Kozentration verbunden. Häufigeres Fischessen (einmal pro Woche p=0.068 und mehrmals pro Woche p=0,061) ist tendenziell in einer Dosis-Wirkungsbeziehung mit 2,4-DiCP im Urin assoziiert, es besteht jedoch eine hohe Kovarianz zwischen den dichotomen Variablen wegen der nur schwach besetzten Referenzkategorie „kein Fischkonsum“ (n=64).

4.4.2 Lineare Regressionsmodelle von 2,4-Dichlorphenol mit Kreatininbezug

Die logarithmierte und auf das Kreatinin bezogene Zielvariable 2,4-DiCP/Kreatinin ist mit der logarithmierten Kreatininkonzentration nicht korreliert (r=-0,02, n=692).

In das Abschlussmodell von 2,4-DiCP/Kreatinin wurden 7 Variablen einbezogen (n=673). Die Varianz wird zu 5,1% (R^2 korrigiert) erklärt (Tabelle 9.5.2 im Anhang). Die identifizierten Einflussfaktoren entsprechen denen des volumenbezogenen Modells von 2,4-DiCP (vgl. Tabelle 9.5.1 im Anhang).

4.4.3 Logistische Regressionsmodelle von 2,4-Dichlorphenol im Urin

Für die logistische Regressionsanalyse wurden zwei Gruppen anhand der Tertile von 2,4-DiCP gebildet und das obere (>0,82 µg/L) gegen das untere Tertil (<0,35 µg/L) geprüft

(Tabelle 9.5.3 im Anhang). Das abschließende Modell umfasst 13 Variablen und 540 Personen, davon sind 273 im unteren und 267 im oberen Tertil (Tabelle 4.4.2, Abbildung 4.4.2). Zu den signifikanten Prädiktoren gehören u.a. die Kreatininkonzentration, das Alter und eine Gewichtszunahme in den letzten drei Jahren (alle mit erhöhten Odds-Ratios).

Tabelle 4.4.2: Logistisches Abschlussmodell von 2,4-Dichlorphenol: unteres versus oberes Tertil

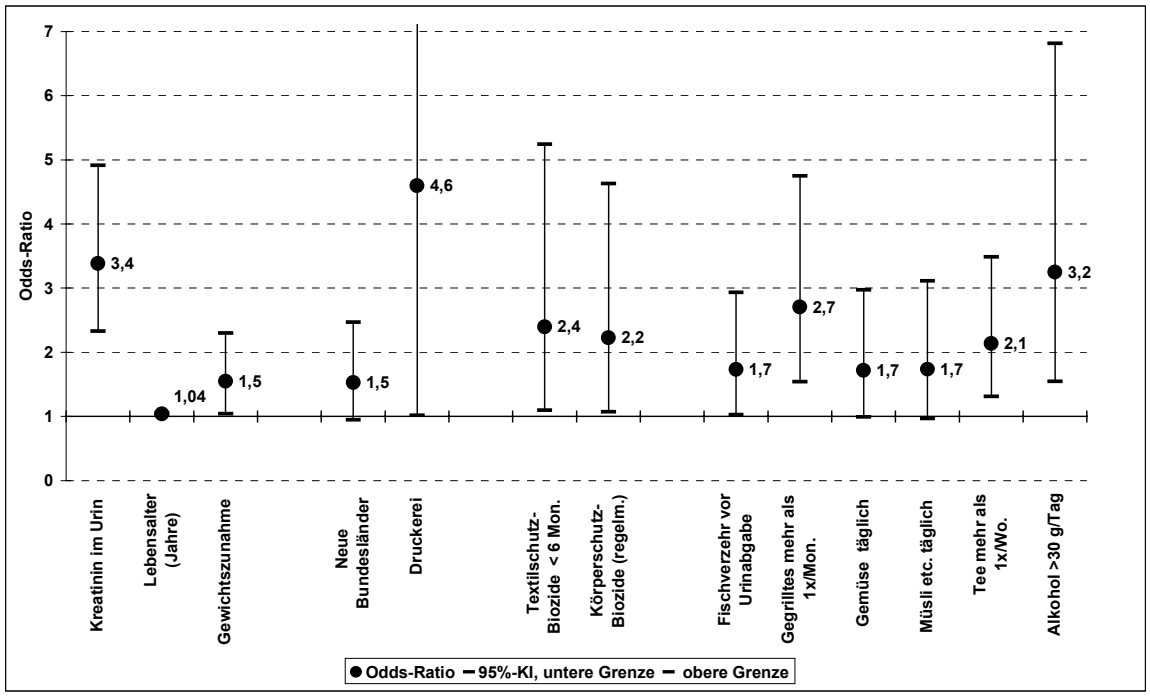
2,4-DiCP n=540, FG = 14, Chi^2 =103,4 unteres Tertil n=273, oberes Tertil n=267	**FG**	**n**	**p**	**OR**	**95%-Konfidenz-intervall für OR**	
Prädiktoren					**Unten**	**Oben**
Konstante	1		,000	,047		
Kreatinin im Urin (g/l), logarithmiert	1		,000	3,385	2,331	4,916
Alter in vollendeten Jahren	1		,000	1,040	1,023	1,056
Gewichtszunahme in den letzten 3 Jahren (Referenz: nein)	1	199	,031	1,548	1,042	2,300
Neue Bundesländer (Referenz alte Länder)	1	107	,081	1,531	,949	2,469
Druckerei max. 50 m vom Wohnhaus (Referenz: nein)	1	9	,047	4,595	1,020	20,712
Biozide zum Textilschutz vor weniger als 6 Monaten (Referenz: früher/gar nicht)	1	38	,028	2,398	1,097	5,242
Biozide zum Körperschutz regelmäßig (Referenz: unregelmäßig/ gar nicht)	1	43	,032	2,227	1,072	4,630
Fischverzehr bis 48 Std. vor der Probennahme (Referenz: nein)	1	82	,040	1,734	1,025	2,933
Gegrilltes häufiger als 1x/Monat (Referenz: seltener)	1	77	,001	2,705	1,541	4,748
Gemüse fast täglich und häufiger (Referenz: seltener)	1	74	,054	1,716	,991	2,972
Flocken, Müsli etc. täglich und häufiger (Referenz: seltener)	1	63	,064	1,736	,968	3,114
Schwarzer Tee, 3-stufig (Referenz: kein Tee)	2		,010	1		
einmal/Woche	1	175	,305	1,256	,813	1,940
häufiger als einmal pro Woche	1	129	,002	2,138	1,311	3,487
Alkoholkonsum >30g/Tag (Referenz: weniger und kein Alkohol)	1	45	,002	3,248	1,548	6,818
-2 Log-Likelihood 645,1	Cox & Snell R^2 0,174				Nagelkerkes R^2 0,232	

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998.

Eine erhöhte Wahrscheinlichkeit, dem oberen Tertil anzugehören, haben darüber hinaus Indikatoren folgender Eigenschaften bzw. Verhaltensweisen: Die Wohnnähe zu einer Druckerei, die Anwendung von Bioziden zum Textilschutz in den letzten 6 Monaten (dichotom) und die regelmäßige Anwendung von Bioziden für den Körperschutz. Von den Ernährungsvariablen sind das Essen von Gegrilltem mehr als einmal pro Monat, der Fisch-

verzehr vor der Urinprobe, mehrmals in der Woche Teetrinken und ein Alkoholkonsum von über 30g/Tag von statistischer Bedeutung. Tendenziell sind noch der tägliche bzw. mehrmals tägliche Verzehr von Getreideprodukten, wie Müsli und Flocken, und der häufigere Gemüseverzehr bedeutsam.

Abbildung 4.4.2: Einflussgrößen für 2,4-Dichlorphenol im Urin (Odds-Ratios und 95%-Konfidenzintervalle)



Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

Der Vergleich von Prädiktoren aus dem linearen und logistischen Abschlussmodell zeigt, dass neben Kreatinin und Alter allein die Biozide zum Textilschutz, der Verzehr von Gegrilltem und Fisch in beiden Modellen statistische Bedeutung erreichen.

4.4.4 Logistische Modelle von 2,4-Dichlorphenol nach alten und neuen Bundesländern

Das Abschlussmodell von 2,4-DiCP für die Probanden in den alten Ländern enthält 13 Variablen und schließt n=226 im unteren und n=202 Probanden im oberen Tertil ein. Statistisch bedeutsam sind mit wenigen Ausnahmen die bereits für die Gesamtgruppe identifizierten Prädiktoren. Dazu gehören das Alter, die Gewichtszunahme in den letzten drei Jahren, der Verzehr von Gegrilltem, Teetrinken und vermehrter Alkoholkonsum. Tenden-

ziell höhere Werte haben ehemalige Bewohner der neuen Länder, außerdem Probanden, die vor weniger als 6 Monaten Biozide zum Textilschutz anwendeten, und Probanden, die regelmäßig Biozide zum Körperschutz verwenden. Zusätzlich sind Probanden mit einer Geruchsbelästigung durch Betriebe tendenziell häufiger dem oberen Tertil zugeordnet (OR 1,68, 95%-KI 0,93-3,04, p= 0,084).

Für die kleinere Gruppe der Erwachsenen aus den neuen Ländern muss das Eingangsmodell bereits um einige Variablen reduziert werden, die bisher nicht relevant oder wegen geringer Häufigkeiten auszuschließen waren.

Das Abschlussmodell von 2,4-DiCP für Erwachsene in den neuen Bundesländern (n=118, davon 67 im oberen Tertil) beinhaltet vier Variablen. Neben der höheren Kreatininkonzentration haben der häufigere Verzehr von Gegrilltem (n= 21, OR 2,7, 95%-KI 0,87-8,57, p=0,086) und der mehrmals tägliche Verzehr von Gemüse (n= 10, OR 4,8, 95%-KI 0,91-25,57, p=0,064) tendenziell erhöhte Odds-Ratios, jedoch nur unter Kontrolle des Alters, das selbst statistisch nicht relevant ist. Alter und Gemüseverzehr sind bivariat geringfügig positiv korreliert (r_s=0,1, p=0,005), d.h. ältere Probanden essen mehr Gemüse, während der Verzehr von Gegrillten bei den Jüngeren häufiger ist (r_s=-0,18, p=0,0001).

4.4.5 Logistische Modelle von 2,4-Dichlorphenol nach Geschlecht

Das Abschlussmodell für die männlichen Probanden (n= 298, davon 157 im oberen Tertil) weist, neben Kreatinin und Alter, den Verzehr von Gegrilltem, das Teetrinken und den Alkoholkonsum als signifikante Einflussfaktoren für die Zugehörigkeit zum oberen Tertil aus. Darüber hinaus ist der regelmäßige Gebrauch von Insektenvernichtungsmitteln tendenziell mit einem erhöhten Odds-Ratio verbunden (n=19, OR 2,56, 95%-KI 0,88-7,46, p=0,084).

Mit dem logistischen Modell für die Frauen lassen sich z.T. andere Einflusspfade deutlich abbilden. Das Abschlussmodell schließt 271 Frauen ein (davon n=121 im oberen Tertil von 2,4-DiCP). Ein höherer Kreatiningehalt, höheres Alter und eine berichtete Gewichtszunahme in den letzten drei Jahren sind statistisch signifikant mit höheren Odds-Ratios verbunden (respektive ORs 4,66; 1,046; 1,89). Die Zeit seit letzter Anwendung von Bioziden zum Textilschutz weist einen Einfluß der Nachexpositionszeit auf: je kürzer die letzte

Anwendung zurückliegt, desto höher ist die 2,4-DiCP-Ausscheidung im Urin (Tabelle 4.4.3).

Von den Ernährungsvariablen hängt bei den Frauen der Verzehr von Gegrilltem häufiger als einmal/Monat, der tägliche oder mehrmals tägliche Verzehr von Gemüse und Getreideprodukten mit höheren Odds-Ratios zusammen. Tendenziell ist dies noch für den Fischkonsum vor der Urinprobe zu verzeichnen.

Tabelle 4.4.3: Logistisches Abschlussmodell von 2,4-Dichlorphenol für Frauen

2,4-DiCP n=271 Frauen, unteres Tertil n=150, oberes Tertil n=121, FG=10, Chi^2 = 65,26	**n**	**FG**	**p**	**OR**	**95%-Konfidenzintervall für OR**	
Prädiktoren					**unten**	**oben**
Konstante		1	,000	,041		
Kreatinin im Urin (g/l) log		1	,000	4,662	2,520	8,625
Alter in vollendeten Jahren		1	,001	1,046	1,019	1,074
Gewichtszunahme in den letzten 3 Jahren (Referenz: keine Veränderung oder Abnahme)	102	1	,028	1,891	1,072	3,335
Biozide zum Textilschutz, letzte Anwendung (Referenz: keine)	237	3	,011	1		
> 6 Monate	15	1	,979	1,016	,309	3,340
3-6 Monate	11	1	,036	5,651	1,118	28,578
< 3 Monate	8	1	,008	10,635	1,864	60,687
Fisch bis 48 Std. vor Urinabgabe	43	1	,061	2,094	,965	4,542
Gegrilltes häufiger als 1x/Monat	30	1	,001	4,366	1,774	10,744
Flocken, Müsli etc. tägl. und häufiger	42	1	,018	2,528	1,174	5,441
Gemüse fast tägl. und häufiger	47	1	,012	2,520	1,220	5,203
-2 Log-Likelihood 307,3	**Cox & Snell R^2 0,214**				**Nagelkerkes R^2 0,286**	

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998.

4.4.6 Diskussion von 2,4 Dichlorphenol im Urin

Mittels logistischer Regression konnten für 2,4-DiCP eine Reihe bedeutsamer Prädiktoren identifiziert werden. Die durch die Prädiktoren aufgeklärte Varianz liegt bei unter 20% (Cox & Snell R^2 17,7%). Das Alter und eine Gewichtszunahme in den letzten 3 Jahren sind jeweils positiv mit der Zielgröße assoziiert. Angesichts der geringen Halbwertszeiten der niedrig chlorierten Phenole ist dieses Ergebnis überraschend. Eine mögliche Interaktion zwischen Kreatinin und Alter einerseits und BMI und Gewichtszunahme andererseits erscheint möglich.

Der Einsatz von Bioziden zum Textil- und Körperschutz ist mit höheren 2,4-Dichlorphenol-Werten verbunden, was für eine spezifische Exposition sprechen kann, jedoch lassen sich keine klaren Dosis-Häufigkeitsbeziehungen erkennen. Der Prädiktor „Wohnnähe zu einer Druckerei“ lässt vermuten, dass solche Betriebe (zumindest in der Vergangenheit) chlorphenolhaltige Lösungsmittel emittiert haben.

Die Häufigkeit geringer Risikoerhöhungen im Zusammenhang mit unterschiedlichen Verzehrsvariablen (Tee, Getreide, Gemüse, Fisch vor der Urinprobe) weist auf die weite Verbreitung des 2,4-Dichlorphenols hin und ist möglicherweise ein Hinweis auf die Anwendung von 2,4-Chlorphenoxyessigsäure als Pestizid in der Landwirtschaft.

Es ist andererseits möglich, dass die identifizierten Prädiktoren nicht kausal mit einer spezifischen Exposition in Zusammenhang stehen. Denn der Vergleich von Prädiktoren im linearen und logistischem Modell zeigt abgesehen vom Kreatinin und Alter nur wenig Gemeinsamkeiten: die Biozide zum Textilschutz, der Verzehr von Fisch und der Verzehr von Gegrilltem.

4.5 2,5-Dichlorphenol im Morgenurin

2,5-Dichlorphenol entsteht beim Abbau von p-Dichlorbenzol (Hill, Jr. et al. 1995a) und wird als Raumspray, Deodorant, keimtötendes und Mottenschutzmittel im Haushalt sowie in der Industrieproduktion verwendet (Wrbitzky et al. 1994).

Die Verteilung von 2,5-Dichlorphenol im Urin zeigt von allen Chlorphenolen den höchsten geometrischen Mittelwert und die größte Variationsbreite (range). Wie die anderen Chlorphenole ist 2,5-Dichlorphenol rechtsschief verteilt, wobei der größte Teil der Werte im unteren Konzentrationsbereich, jedoch nicht unter der Bestimmungsgrenze liegt.

Die Verteilung von 2,5-Dichlorphenol (Tabelle 4.5.1) ist auch nach logarithmischer Transformation nicht normal verteilt (Abbildung 4.5.1).

Nur bei einem Probanden liegt der Wert unterhalb der Bestimmungsgrenze von 0,1 µg/l.

Tabelle 4.5.1: Verteilung von 2,5-Dichlorphenol im Urin (ungewichtete Daten)

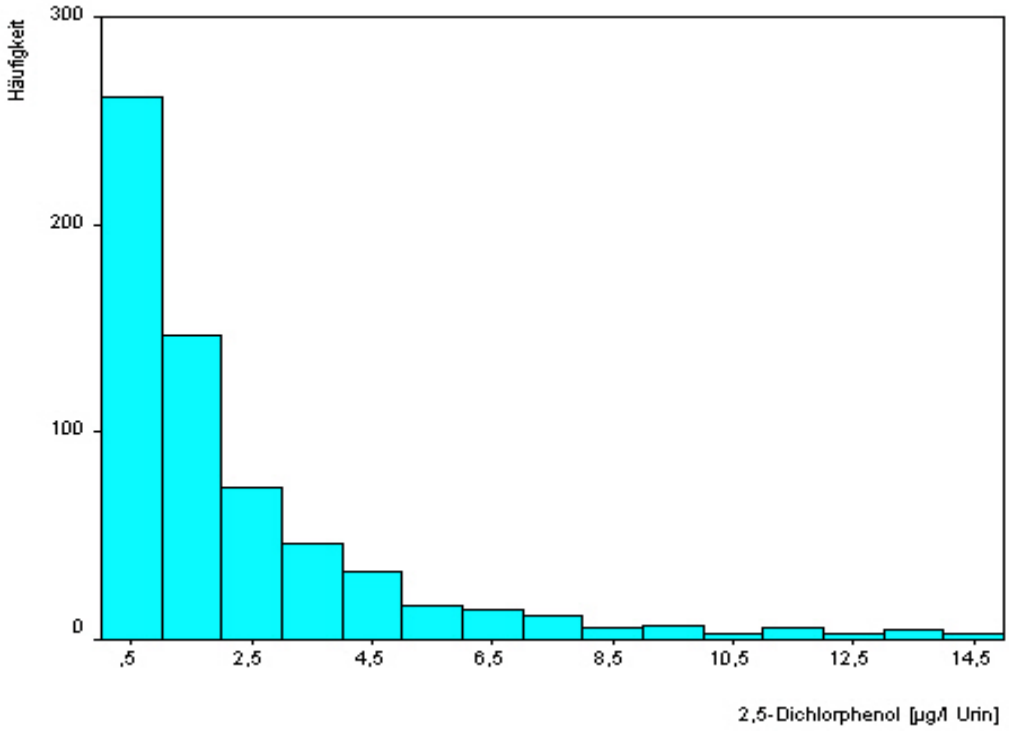
N=692	AM	STD	GM	KI GM	Min	P5	P25	P50	P75	P95	Max
2,5-Dichlorphenol (µg/L)	15,7	99,5	1,86	1,66-2,07	<0,1	0,27	0,65	1,52	3,78	24,5	1554
2,5-Dichlorphenol/Krea. (µg/g)	11,6	83,5	1,48	1,34-1,63	0,07	0,31	0,61	1,10	2,51	19,9	1230

Anmerkungen: AM= arithmetisches Mittel, STD = Standardabweichung, GM=geometrisches Mittel, KI = Konfidenzintervall des geometrischen Mittelwertes, P5, P25, P50, P75, P95 = 5., 25., 50., 75. und 95. Perzentil, Min= Minimaler Wert, Max = Maximaler Wert.
Quelle: UBA. Umwelt-Survey 1998.

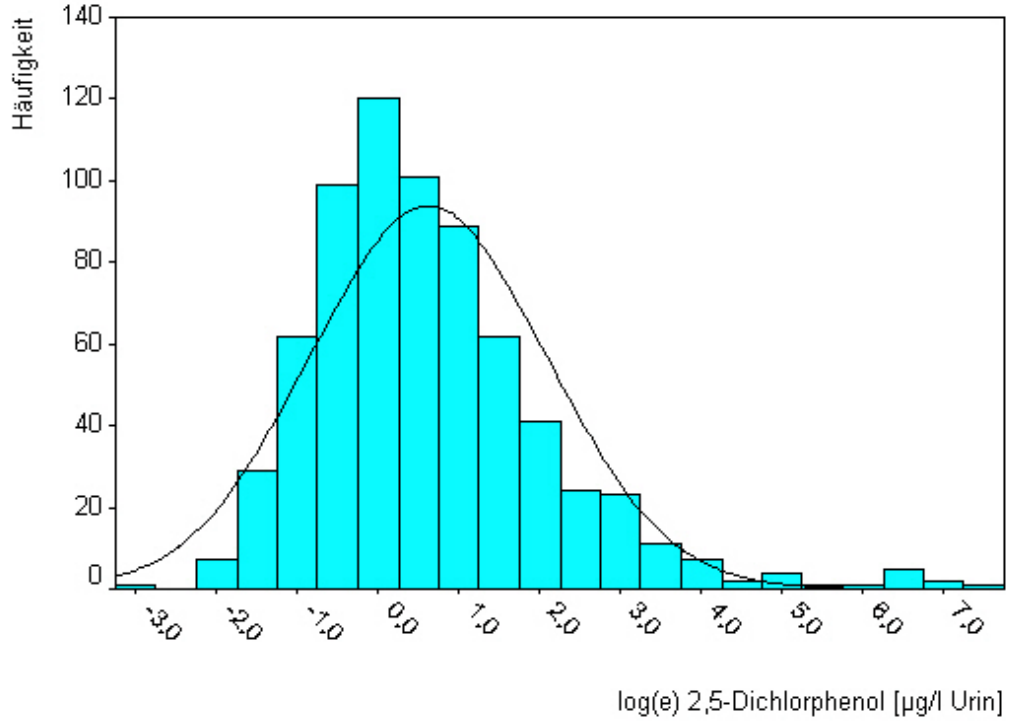
Die Konzentration von 2,5-Dichlorphenol ist mit Kreatinin im Urin relativ eng korreliert ($r_s = 0,41$): Je kreatininhaltiger (konzentrierter) der Urin ist, desto höher ist die Konzentration von 2,5-Dichlorphenol (Tabelle 3.1). Damit die Proben in ihrem Schadstoffgehalt besser verglichen werden können, wird der Stoffgehalt durch den Kreatiningehalt dividiert (normiert). Die auf diese Weise standardisierte Schadstoffgröße sollte zum Kreatinin keinen deutlichen Zusammenhang mehr aufweisen.

Für 2,5-Dichlorphenol/Kreatinin besteht zum Kreatinin keine Assoziation, so dass die Normierung von 2,5-Dichlorphenol bezogen auf Kreatinin als hinlänglich angesehen werden kann ($r_s = 0,02$).

Abbildung 4.5.1: 2,5-Dichlorphenol im Urin (original und logarithmiert)



2,5-Dichlorphenol (logarithmiert)



Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998.

4.5.1 Lineare Regressionsmodelle von 2,5-Dichlorphenol im Urin

Als erste Zielgröße wird die logarithmierte 2,5-Dichlorphenol-Konzentration (volumenbezogen) im Eingangsmodell mit 67 Variablen überprüft. Eine Anpassung der empirischen Verteilung an eine Normalverteilung wird weder uni- noch multivariat mit 2,5-Dichlorphenol erreicht. Die Ergebnisse der linearen Regressionsanalysen sind daher nur eingeschränkt interpretierbar.

Im reduzierten Modell befinden sich 10 Variablen (n=627 Probanden), damit werden 22,6% der Varianz erklärt (Tabelle 9.6.1 im Anhang). Die wichtigste Kovariate im Abschlussmodell ist das Kreatinin: Mit steigender Kreatininkonzentration erhöht sich der Gehalt an 2,5-DiCP. Alter und Geschlecht haben unter Kontrolle von Kreatinin keinen bedeutsamen Beitrag mehr. Weitere in Richtung einer Erhöhung bedeutsame Variablen sind der dichotomisierte Body-Mass-Index (bei höherem BMI), Wohnort neue Bundesländer, eine andere als deutsche Staatsbürgerschaft, die Zeit seit letzter Biozidanwendung zum Textilschutz, der regelmäßige Insektizideinsatz und der Fischkonsum einmal oder mehrmals in der Woche. Tendenziell bedeutsam ($p<0,1$) im Sinne einer Erhöhung sind ein professionelle Schädlingsbekämpfung im letzten Jahr, die Berufstätigkeit als Krankenschwester, Pfleger oder Laborantin. Bei Probanden der Oberschicht ist die Urinkonzentration von 2,5-Dichlorphenol tendenziell geringer als bei Probanden der Unter- und Mittelschicht.

4.5.2 Lineare Modelle von 2,5-Dichlorphenol im Urin mit Kreatininbezug

Im zweiten Schritt wurde das logarithmierte 2,5-Dichlorphenol mit Kreatininbezug als abhängiger Variable untersucht. Dazu wurde das gleiche Set an Einflussvariablen eingeführt wie in die Modelle mit Volumenbezug. In das Eingangsmodell sind wieder 500 Probanden mit vollständigen Angaben einbezogen. Die Fallzahl des abschließenden Modells erhöht sich auf 627 (Tabelle 9.6.2 im Anhang). Wiederum ist weder für die transformierte Zielgröße noch die Residuen eine gute Anpassung an die Normalverteilung erreichbar. Die erklärten Varianzen der auf Kreatinin bezogenen Zielgröße sind verglichen mit den Modellen der volumenbezogenen Konzentration von 2,5-Dichlorphenol Zielvariable erheblich zurückgegangen. Im abschließenden Modell beträgt R^2 nur noch 7,6%. Der Rückgang beruht allein auf der Normierung am Kreatiningehalt. Über 90% der Varianz von 2,5-

DiCP/Kreatinin bleibt unerklärt, d.h. die wichtigsten Aufnahmepfade von 2,5-DiCP werden mit den überprüften Variablen nicht erfasst.

Der Kreatiningehalt ist in diesem Modell nicht bedeutsam. Die übrigen Prädiktoren entsprechen denen im volumenbezogenen Abschlussmodell.

4.5.3 Logistische Regressionsmodelle von 2,5-Dichlorphenol

Für die dichotomisierte Zielvariable wurde das obere Tertil der 2,5-DiCP-Verteilung ohne Kreatininbezug mit dem unteren Tertil als Referenz verglichen (unteres Tertil: 0,1-0,88 µg/L; oberes Tertil >2,71 µg/L). Das mittlere Tertil bleibt im Modell unberücksichtigt. Als Prädiktoren wurden die bereits bekannten 67 Variablen gemeinsam in das Modell aufgenommen (Tabelle 9.6.3 im Anhang).

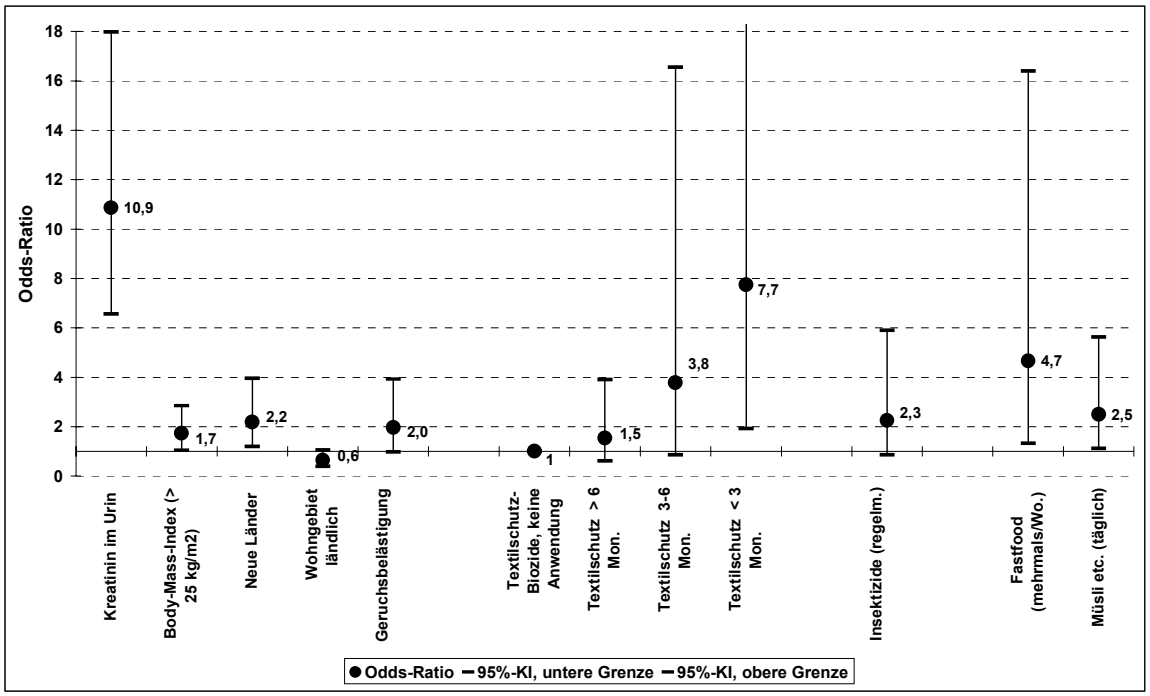
Im reduzierten Modell wurden die vollständigen Daten von 443 Personen ausgewertet, davon gehören 225 in das dritte Tertil der 2,5-DiCP-Verteilung. Das Modell enthält elf Variablen. Das Odds-Ratio gibt das Risiko dafür an, dem oberen Tertil der Verteilung anzugehören. Statistisch signifikante Prädiktoren sind, neben dem Kreatiningehalt, der Wohnort in den neuen Ländern, die Zeit seit letzter Anwendung von Bioziden zum Textilschutz, und, - in den linearen Modellen nicht relevant -, der tägliche Verzehr von Müsli oder Flocken und der häufige Verzehr von Pizza, Bratwurst und Döner (Fast-food, Tabelle 4.5.2). Letzteres ist ein Indikator für häufiges Imbissessen, das in der Regel bei hohen Temperaturen gebraten bzw. gebacken wird. Tendenziell höhere Odds-Ratios finden sich für Personen, die Geruchsbelästigungen durch Betriebe ausgesetzt sind (entgegen der linearen Modelle) und wiederum bei Personen, die regelmäßig Insektizide verwenden. Tendenziell niedrigere Werte haben Erwachsene in ländlichen Wohngebieten. Anders als im linearen Modell ist der Verzehr von Fisch im logistischen Modell keine bedeutsame Einflussgröße.

Tabelle 4.5.2: Logistisches Abschlussmodell von 2,5-Dichlorphenol im Urin, unteres vs. oberes Tertil

2,5-Dichlorphenol n=443, oberes Tertil n=225, unteres Tertil n=218 FG=11, Chi^2 170,6	**n**	**p**	**OR**	**95%- Konfidenz-intervall für OR**	
Prädiktoren				**Unten**	**Oben**
Konstante		,000	,291		
Kreatinin im Urin (g/l), logarithmiert		,000	10,866	6,568	17,978
Body-Mass-Index über 25 kg/m^2 (Referenz: ≤25 kg/m^2)	271	,032	1,726	1,047	2,845
Wohnort neue Länder (Referenz: alte Länder)	89	,010	2,179	1,201	3,954
Wohngebiet ländlich (Referenz: (vor)städtisch)	155	,080	,646	,396	1,054
Geruchsbelästigung durch Betriebe	60	,057	1,962	,981	3,925
Biozide zum Textilschutz, Zeit seit letzter Anwendung, 4stufig (Referenz: keine)	387	,009	1		
letzte Anwendung vor > 6 Monaten	28	,358	1,545	,611	3,911
letzte Anwendung vor 3-6 Monaten	13	,077	3,788	,867	16,548
letzte Anwendung vor < 3 Monaten	15	,004	7,741	1,919	31,234
Insektizide regelmäßig (Referenz: unregelmäßig und keine Nutzung)	32	,099	2,252	,859	5,902
Fastfood mehrmals/Woche (Referenz: seltener)	24	,016	4,666	1,328	16,395
Flocken, Müsli etc. tägl. und häufiger (Referenz: seltener)	47	,027	2,497	1,109	5,622
-2 Log-Likelihood 443,425	Cox & Snell R^2 0,320		Nagelkerkes R^2 0,426		

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998.

Abbildung 4.5.2: Einflussgrößen für 2,5-Dichlorphenol im Urin (Odds-Ratios und 95%-Konfidenzintervalle)



Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998.

4.5.4 Logistische Modelle von 2,5-DiCP nach alten und neuen Bundesländern

Im Abschlussmodell mit den Erwachsenen in den alten Bundesländern (n=345, davon n=168 im oberen Tertil) sind sechs Prädiktoren enthalten. Statistisch bedeutsam sind, außer dem Kreatiningehalt, ein Wohnort in der DDR vor 1989 (n=8, OR 0,058, 95%-KI 0,005-0,62, p=0,018) und ein ländlicher Wohnort (OR 0,55, 95%-KI 0,31-0,96, p=0,037) mit jeweils geringeren Werten. Höhere Risiken weisen die regelmäßige Anwendung von Insektiziden (n=20, OR 7,5, 95%-KI 1,70-33,2, p=0,008) und der letzte Pestizideinsatz zum Textilschutz vor weniger als 3 Monaten (n=13, OR 5,0, 95%-KI 1,15-21,85, p=0,032) auf sowie tendenziell ein Fischkonsum 48 Std. vor der Urinprobennahme (OR 2,1, 95%-KI 0,93-4,72, p=0,073).

Für das Modell mit den Probanden in den neuen Ländern wurde die Tertileinteilung gesondert für diese Gruppe vorgenommen. In den neuen Bundesländern treten im Abschlussmodell bei den Erwachsenen (n=93, davon 47 im oberen Tertil) nur drei Einflussfaktoren in den Vordergrund. Der Kreatiningehalt und ein BMI über 25 kg/m^2 sind statis-

tisch signifikant mit höheren ORs und die regelmäßige Verwendung von Bioziden zum Körperschutz (z.B. Läusemittel) ist tendenziell mit einem höheren Odds-Ratio verbunden (n=13, OR 5,8, 95%-KI 0,88-38,9, p=0,068).

4.5.5 Logistische Modelle von 2,5-Dichlorphenol nach Geschlecht

In für Männer und Frauen getrennt analysierten logistischen Modellen ergeben sich leicht abweichende Einflussfaktoren.

Im Abschlussmodell für Männer sind Daten von 238 Probanden (n=126 im oberen Tertil) enthalten und sieben Variablen aufgenommen. Der logarithmierte Kreatiningehalt hat einen Odds-Ratio von 20,07 pro Einheit und der BMI über 25 kg/m^2 einen Odds-Ratio von 3,26.

Es zeigt sich für männliche Raucher ein höherer Odds-Ratio gegenüber Nichtrauchern (OR 2,69, 95%-KI 1,28-5,66, p=0,009, n=83). Die Geruchsbelästigung durch Betriebe am Wohnort ist bei Männern mit einem Odds-Ratio von 3,48 assoziiert (95%-KI 1,09-11,09, p=0,035, n=24). Mehrmals täglicher Butterverzehr resultiert in einem 7,07-fach höherem relativen Risiko (95%-KI 2,29-21,85, p=0,001, n=31) und täglicher Verzehr von Getreideprodukten in einem 6,36-fachen Odds-Ratio, dem oberen Tertil anzugehören (95%-KI 1,55-26,13, p=0,010, n=17). Des weiteren ist die Anwendung von Insektiziden mit einem tendenziell höheren Odds-Ratio (OR 2,26, 95%-KI 0,93-5,48, p=0,071, n=41) verbunden.

In der Gruppe der Frauen sind 105 von 202 dem oberen Tertil von 2,5-DiCP zugeordnet. Auf der Grundlage von fünf einbezogenen Indikatoren ergeben sich folgend Ergebnisse. Bei den Frauen zeigt sich eine deutliche Dosis-Häufigkeitsbeziehung der Zeit seit letztem Biozideinsatz zum Textilschutz (> 6 Monate: OR 3,67, n=11, 3-6 Monate: OR 9,65, n=8, weniger als 3 Monate: OR 11,77, n=9). Der Fischverzehr etwa einmal pro Woche (OR 2,51, n=183) und der Fischverzehr mehrmals pro Woche (OR 7,2, n=22) sind ebenfalls in einer Dosis-Häufigkeitsbeziehung mit 2,5-DiCP assoziiert, jedoch ist nur der mehrmalige Fischkonsum pro Woche statistisch signifikant (95%-KI 1,28-40,62). Tendenziell finden sich im oberen Tertil häufiger Probandinnen, die oft Pizza, Bratwurst und Ähnliches essen (OR 43,3, 95%-KI 0,60-3107,19, p=0,084, n=5). Frauen in den neuen Ländern sind häufi-

ger im oberen Tertil von 2,5-DiCP als Frauen in den alten Bundesländern (OR 3,49, 95%-KI 1,49-8,17, n=49).

4.5.6 Diskussion von 2,5-Dichlorphenol im Urin

Bei 99,9% der Studienteilnehmer konnte 2,5-Dichlorphenol im Urin nachgewiesen werden. Hier zeigt sich eine in der Größenordnung geringe, aber ubiquitäre Exposition durch 2,5-Dichlorphenol.

Die erklärte Varianz beträgt für das am Kreatinin standardisierte lineare Abschlussmodell weniger als 10%, obwohl eine Vielzahl möglicher Einflussgrößen untersucht wurde. Mit dem logistischen Abschlussmodell wird eine erklärte Varianz von 32% erreicht (Cox und Snell R^2); mit dem volumenbezogenen linearen Modell 23,5%, wobei das Kreatinin den größten Anteil ausmacht (ca. 15%, vgl. Tabelle 9.6.2 im Anhang).

Trotz dieser Einschränkungen konnten einige Einflussvariablen als bedeutsam identifiziert werden. Der Einsatz von Bioziden zum Textilschutz und als Insektizid, ein Wohnort in den neuen Bundesländern, eine andere als die deutsche Staatsangehörigkeit (auch ein möglicher Indikator für das Leben außerhalb Deutschlands) und eine Ernährung mit viel Fisch und der häufige Konsum von Fast-food (Pizza, Bratwurst etc.) sind mit einer höheren Ausscheidung von 2,5-Dichlorphenol assoziiert. Es könnte vermutet werden, dass sich hinter dem Indikator für „Imbissessen“ eine geringere Nahrungsmittel-Qualität (mit mehr Pestizidrückständen) oder ein bestimmter Lebensstil verbirgt, wobei die eigentliche Quelle der 2,5-DiCP-Exposition ungeklärt bleibt.

Frauen und Männer unterscheiden sich in den signifikanten Prädiktoren für die 2,5-Dichlorphenolbelastung. Deutlich zu sehen sind bei den Frauen die Verwendung von Bioziden im Haushalt zum Textilschutz und der Verzehr von Fisch. Bei Männern dagegen spielt der Verzehr von Butter und Getreideprodukten und das Rauchen eine stärkere Rolle. Der Indikator „Geruchsbelästigung durch Betriebe am Wohnort“ steht eventuell für ein Mischgebiet aus Wohnen und Industrie oder auch eine berufliche Belastung (im Sinne von Wohnen und Arbeiten am gleichen Ort). Hier scheinen sich zwischen Männern und Frauen unterschiedliche Aufnahmepfade und Verhaltensweisen widerzuspiegeln.

Die Unterschiede in der Ausscheidung von 2,5-Dichlorphenol zwischen alten und neuen Ländern laufen mit Unterschieden in bestimmten Prädiktorengruppen parallel. So sind Ernährungsvariablen in den alten Bundesländern für die Vorhersage von 2,5-Dichlorphenol wichtiger. In den neuen Bundesländern können dagegen Berufe eine größere Bedeutung für 2,5-Dichlorphenol haben.[13] Die Anwendung von Pestiziden im Haushalt ist sowohl in den alten wie in den neuen Ländern relevant für die Höhe der Chlorphenolausscheidung. Die identifizierten Prädiktoren sind plausibel im Hinblick auf das Vorkommen von 2,5-Dichlorphenol in Desinfektionsmitteln und als Verunreinigung in Bioziden.

Raucher weisen tendenziell höhere Werte bei zwei Dichlorphenol-Kongeneren auf (2,4-DiCP und 2,5-DiCP). Rauchen erhöht generell die Schadstoffaufnahme eines breiten Spektrums von Substanzen und fördert gleichzeitig deren Metabolisierung (z.B. beobachtet bei Dioxinen, (Flesch-Janys et al. 1996). Ein spezifischer Effekt des Rauchens auf die Chlorphenolausscheidung ist aus der Literatur nicht bekannt.

[13] Dieses ist nur in einem linearen Modell für die ostdeutschen Erwachsenen erkennbar, in dem die Berufe der Krankenschwester etc. (n=5) sowie die Tätigkeit in der Textilbranche (n=2) statistisch signifikant sind.

4.6 2,6-Dichlorphenol im Morgenurin

Über das Vorkommen von 2,6-Dichlorphenol ist bislang aus der Literatur wenig bekannt. Technisch hergestelltes 2,4-DiCP enthielt bei einer Untersuchung 2,6-DiCP als Verunreinigung (WHO 1989). In der Slowakai wurde in der Nähe einer Chemieabfalldeponie im Oberflächenwasser und Grundwasser aber auch in dort angebauten Gemüse überwiegend 2,6-DiCP gefunden (Veningerova et al. 1997).

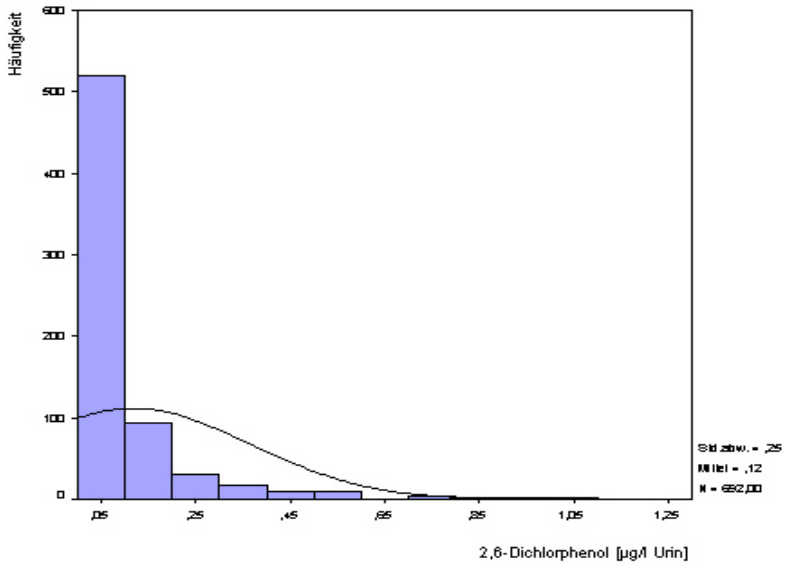
Bei 75% der 692 Erwachsenen liegt die 2,6-Dichlorphenol-Konzentration unter der Nachweisgrenze von 0,1 µg/L. Aussagefähig sind daher nur die Kennzahlen der oberen Verteilung (P95 und Maximum, Tabelle 4.6.1, Abbildung 4.6.1). Die Konzentrationen sind gegenüber den anderen Chlorphenolen als niedrig einzustufen.

Tabelle 4.6.1: Verteilung von 2,6-Dichlorphenol im Urin (ungewichtete Daten)

N=692	<BG	AM	STD	GM	Min	P50	P75	P95	Max
2,6-DiCP (µg/L)	n=520 75,1%	<0,1	0,25	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,38	3,35
2,6-DiCP/Kreatinin (µg/g)		0,09	0,18	0,06	0,01	0,05	0,09	2,40	2,68

Anmerkungen: <BG= unter Bestimmungsgrenze, AM= arithmetisches Mittel, STD = Standardabweichung, GM = geometrisches Mittel, P50, P75, P95 = 50., 75. und 95. Perzentil, Min= Minimaler Wert, Max = Maximaler Wert.
Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998.

Abbildung 4.6.1: Verteilung von 2,6-Dichlorphenol im Urin (original)



Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998.

4.6.1 Logistische Regressionsmodelle mit 2,6-Dichlorphenol im Urin

Da 75% der Schadstoffgehalte von 2,6-DiCP unter der Bestimmungsgrenze liegen, wird die volumenbezogene Konzentration dichotomisiert in Probanden mit 2,6-Dichlorphenol-Werten über der Bestimmungsgrenze (0,1 µg/L) und Probanden mit Werten darunter (Referenz). In das Eingangsmodell wird zunächst das gesamte Variablen-Set eingefügt (Tabelle 9.7 im Anhang). Prädiktoren mit einem Signifikanzniveau unter 0,2 wurden im schrittweisen Reduktionsverfahren übernommen, im Abschlussmodell jedoch ausgeschlossen.

Das reduzierte Abschlussmodell für 2,6-Dichlorphenol schließt mit einer Ausnahme alle Erwachsenen ein (n=691). Im Modell sind wenige Prädiktoren relevant (Tabelle 4.6.2). Neben dem logarithmierten Kreatiningehalt, der mit einem hohen Odds-Ratio herausragt, haben Frauen häufiger einen Wert über der Bestimmungsgrenze.

Das Geschlecht korreliert mit der Häufigkeit „mit Schmutz an der Arbeitskleidung nach Hause kommen“. Dies betrifft Männer häufiger. Nur unter Kontrolle des Geschlechts ist das Einbringen von schmutziger Arbeitskleidung in die Wohnung tendenziell bedeutsam für 2,6-DiCP (OR 1,56, Tabelle 4.6.2). Die Anwendung von Bioziden zum Körperschutz ist mit einem höheren Risiko von 1,66 statistisch signifikant. Jedoch zeigt sich keine Dosis-Häufigkeitsbeziehung mit den rangskalierten Variablen (regelmäßige, unregelmäßige und keine Nutzung) bzw. der Abklingfunktion (Zeit seit letzer Anwendung).

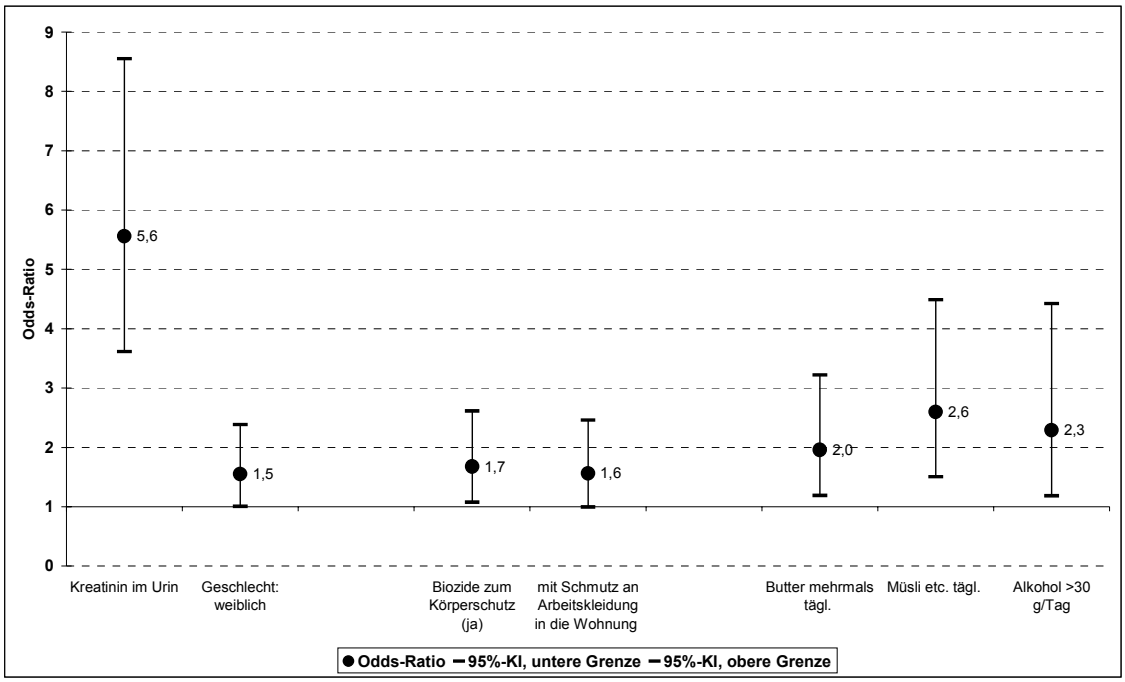
Bei den Ernährungsvariablen ergeben sich deutlichere Zusammenhänge. Der häufige Verzehr von Müsli und Flocken erhöht das Odds-Ratio um das 2,6-fache, ebenso der tägliche Alkoholkonsum von über 30 Gramm (OR 2,3). Darüber hinaus ist der Verzehr von Butter mehrmals täglich mit einem relativen Risiko von 1,9 für einen Nachweis von 2,6-DiCP verbunden.

Tabelle 4.6.2: Logistisches Abschlussmodell von 2,6-Dichlorphenol: Unter der Bestimmungsgrenze versus darüber

2,6-DiCP, n=691: unter vs. über BG <BG=519, ≥BG=172, FG=7	FG	n	p	OR	95%- Konfidenzintervall für OR	
Prädiktor					**Unten**	**Oben**
Konstante	1		,000	,085		
Kreatinin im Urin (g/l), logarithmiert	1		,000	5,558	3,614	8,548
Geschlecht: weiblich (Referenz: männlich)	1	333	,046	1,549	1,007	2,383
Biozide zum Körperschutz (ja, Referenz: nein)	1	140	,022	1,677	1,077	2,613
mit Schmutz an Arbeitskleidung in die Wohnung kommen, Befragter, häufiger (Referenz: seltener)	1	150	,053	1,563	,994	2,458
Butter mehrmals täglich (Referenz: seltener)	1	99	,008	1,958	1,190	3,221
Müsli etc. tägl. und häufiger (Referenz: seltener)	1	78	,001	2,598	1,503	4,489
Alkoholkonsum >30g/Tag (Referenz: weniger und abstinent)	1	58	,014	2,290	1,186	4,421
-2 Log-Likelihood 639,09	Cox & Snell R^2 15,9			Nagelkerkes R^2 23,6		

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998.

Abbildung 4.6.2: Einflussgrößen für 2,6-Dichlorphenol im Urin (Odds-Ratios und 95%-Konfidenzintervalle)



Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998.

4.6.2 Logistische Modelle von 2,6-Dichlorphenol nach alten und neuen Bundesländern

Geschichtet nach alten und neuen Bundesländern (Tabelle 4.6.3) erweisen sich bei Erwachsenen in den alten Bundesländern (n=538, davon 134 über der BG) die logarithmierte Kreatininkonzentration (OR 5,2, 95%-KI 3,23-8,39), der logarithmierte BMI (negativ assoziiert OR 0,17, 95%-KI 0,40-0,74), eine Gewichtszunahme in den letzten drei Jahren (OR 1,6, 95%-KI 1,01-2,53, n=185) sowie die Verzehrshäufigkeiten von Butter (OR 2,06, 95%-KI 1,15-3,69, n=73), Getreideprodukten (OR 2,3, 95%-KI 1,24-4,34, n=62) und Alkohol (täglich über 30g: OR 2,48, 95%-KI 1,19-5,16, n=45) als statistisch bedeutsam. Tendenziell ist die Anwendung von Bioziden zum Körperschutz bedeutsam (OR 1,6, 95%-KI 0,99-2,7, p=0,057, n=108).

Die Bedeutung des BMIs könnte auf dem Unterschied zwischen Männern und Frauen basieren, da der BMI vom Geschlecht abhängig ist. Frauen haben in der Tendenz einen geringeren BMI. Der Indikator Gewichtszunahme könnte aufgrund vermehrter Nahrungszufuhr eine Bedeutung haben.

Im spezifischen Modell für die neuen Bundesländer (n=140 Personen, davon n=35 über der Bestimmungsgrenze) sind vier Variablen enthalten. Statistisch signifikante Indikatoren sind der Kreatiningehalt (OR 4,85, 95%-KI 1,96-11,97, p=0,001), und der Konsum von Cerealien (OR 4,65, 95%-KI 1,33-16,26, p=0,016). Beim Fischverzehr deutet sich eine Dosis-Häufigkeitsbeziehung an, wobei nur der Konsum mehrmals in der Woche statistisch signifikant ist (OR 13,0), jedoch ist die Referenzgruppe ohne Fischverzehr mit n=10 sehr klein. Das Hereinbringen von schmutziger Arbeitskleidung in die Wohnung (OR 2,41, 95%-KI 0,93-6,23, p=0,07) ist tendenziell relevant (Tabelle 4.6.3 rechte Seite).

Tabelle 4.6.3: Logistische Abschlussmodelle von 2,6-Dichlorphenol nach Wohnort: unter der Bestimmungsgrenze (BG) versus darüber

2,6-DiCP nach Bundesländern		Alte Bundesländer (n=538, über der BG n =134, darunter n= 404, FG=7)					Neue Bundesländer (n=140, über der BG n =35, darunter n=105, FG=5)				
	FG	n	p	OR	95%-KI v. OR Unten	Oben	n	p	OR	95%-KI v. OR Unten	Oben
Prädiktoren											
Konstante	1		,153	30,911				,001	,015		
Kreatinin im Urin (g/l), logarithmiert	1		,000	5,204	3,228	8,390	140	,001	4,845	1,96	11,97
Body-Mass-Index, logarithmiert	1		,018	,172	,040	,736	-				
Gewichtszunahme i. d. letzten 3 J. (Referenz: nein)	1	185	,045	1,597	1,010	2,527	-				
Biozide zum Körperschutz (ja, Referenz: nein)	1	108	,057	1,639	,985	2,730	-				
mit Schmutz an der Arbeitskleidung in die Wohnung, Befragter, öfter (Referenz: seltener)	1	-					33	,070	2,408	,93	6,23
Butter mehrmals täglich (Referenz: seltener)	1	73	,015	2,057	1,148	3,687	-				
Müsli etc. tägl. und häufiger (Referenz: seltener)	1	62	,009	2,317	1,237	4,337	15	,016	4,654	1,33	16,26
Alkoholkonsum >30g/Tag (Referenz: weniger u. kein)	1	45	,015	2,481	1,194	5,155	-				
Fischkonsum	2							,140			
Referenz: (fast) nie Fisch		-					10		1		
1-4 mal/Monat Fisch	1	-					106	,080	8,426	,78	91,52
mehrmals/Woche Fisch	1	-					24	,048	13,016	1,03	164,76

Anmerkungen: - Prädiktor ist nicht im Modell

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998.

4.6.3 Logistische Modelle von 2,6-Dichlorphenol nach Geschlecht

In der Analyse von 2,6-Dichlorphenol nach Geschlecht ergeben sich für Männer drei erklärende Variablen. Das Abschlussmodell umfasst 358 männliche Probanden, davon 94 mit einem Wert über der Bestimmungsgrenze. Die logarithmierte Kreatininkonzentration ist mit einem Odds-Ratio von 4,8 der wichtigste Prädiktor. Der vermehrte tägliche Alkoholkonsum über 30 Gramm (OR 2,34, 95%KI 1,19-4,59, p=0,013, n=54) und der Teekonsum mehr als einmal in der Woche (OR 2,21, 95%KI 1,18-4,15, p=0,014, n=80) sind statistisch signifikant für 2,6-DiCP im Urin.

In das Abschlussmodell für Frauen wurden sechs Variablen einbezogen (n=330). Der Kreatiningehalt, die Biozidanwendung zum Körperschutz sowie der häufige Verzehr von Butter und Getreideprodukten erweisen sich als signifikant. Darüber hinaus ergibt sich nur bei Frauen das Wohnen in der Nähe einer Landwirtschaft oder Gärtnerei als Prädiktor für einen Nachweis von 2,6-DiCP (OR 2,15, 95%KI 1,02-4,52, p=0,043, n=151). Der Verzehr von Geräuchertem einmal die Woche ist tendenziell mit einem 2,3-fach höherem Risiko für einen 2,6-DiCP-Wert über der Bestimmungsgrenze verbunden (95%KI 0,87-6,13, p=0,094, n=29).

4.6.4 Diskussion von 2,6-Dichlorphenol im Urin

Aufgrund der geringen Varianz in den 2,6-Dichlorphenolgehalten, nur 25% der Urin-Konzentrationen liegen über der Bestimmungsgrenze, wurde die Zielgröße für die logistische Regression an der Bestimmungsgrenze dichotomisiert. Als Einflussfaktoren konnten sieben Variablen ermittelt werden, die ca. 16% der Varianz erklären (nach Cox und Snell): die Biozidanwendung zum Körperschutz (keine Dosis-Wirkungsbeziehung) und der häufige Konsum von Getreideprodukten, Butter und Alkohol.

Mittels der geschichteten Analysen wurden bei Männern und Frauen einerseits physiologische Unterschiede und andererseits Unterschiede in Verhaltens- und Ernährungsweisen deutlich, die mit einem Nachweis von 2,6-DiCP in Verbindung stehen. Es scheinen Ernährungsvariablen eine bessere prädiktive Funktion zu haben als Variablen des Wohnortes. Nur bei Frauen ist die Angabe eines landwirtschaftlichen Betriebes in Wohnungsnähe mit einem höheren Odds-Ratio verbunden. Der Indikator zur Verwendung von Bioziden zum Körperschutz ist vor allem bei Frauen relevant. Eine Differenzierung nach Berufen trägt, wahrscheinlich wegen der geringen Zellenbesetzung, nicht zur Erklärung von 2,6-Dichlorphenol im Urin bei.

4.7 2,3,4-Trichlorphenol im Morgenurin

Im menschlichen Organismus ist 2,3,4-Trichlorphenol bekannt als Metabolit von 1,2,3-Trichlorbenzol. 2,3,4-Trichlorphenol wird für die Verwendung von Lösungsmitteln und als Zumischung zu verschiedenen Ölen industriell produziert (Wrbitzky et al. 1994).

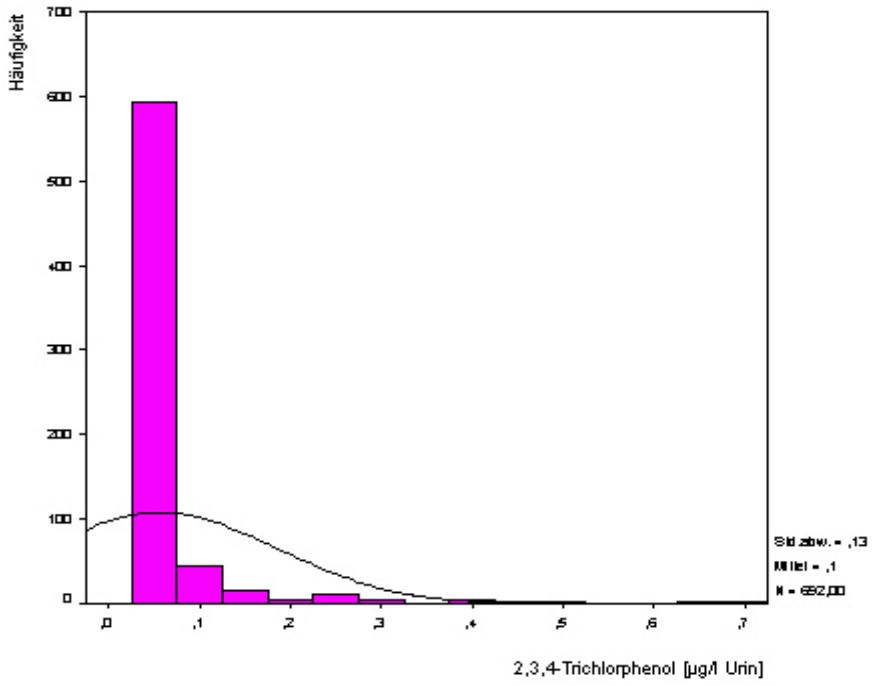
In der Stichprobe ist 2,3,4-Trichlorphenol nur bei 99 Probanden (14,3%) im Morgenurin nachweisbar, bei 85,7% liegt der Wert unter der Bestimmungsgrenze von 0,1 µg/L (Tabelle 4.7.1). Es liegt eine extrem schiefe Verteilung vor (Abbildung 4.7.1). Die Angabe der Verteilungskennzahlen ist nur für das 95. Perzentil und das Maximum sinnvoll.

Tabelle 4.7.1: Verteilung von 2,3,4-Trichlorphenol im Urin (ungewichtete Daten)

	N	<BG	AM	STD	GM	Min	P25	P50	P75	P95	Max
2,3,4-TriCP (µg/L)	692	n=593 85,7%	<0,1	0,13	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,26	1,58
2,3,4-TriCP/ Krea (µg/g)	692		0,07	0,09	0,05	0,01	0,03	0,04	0,07	2,90	1,44

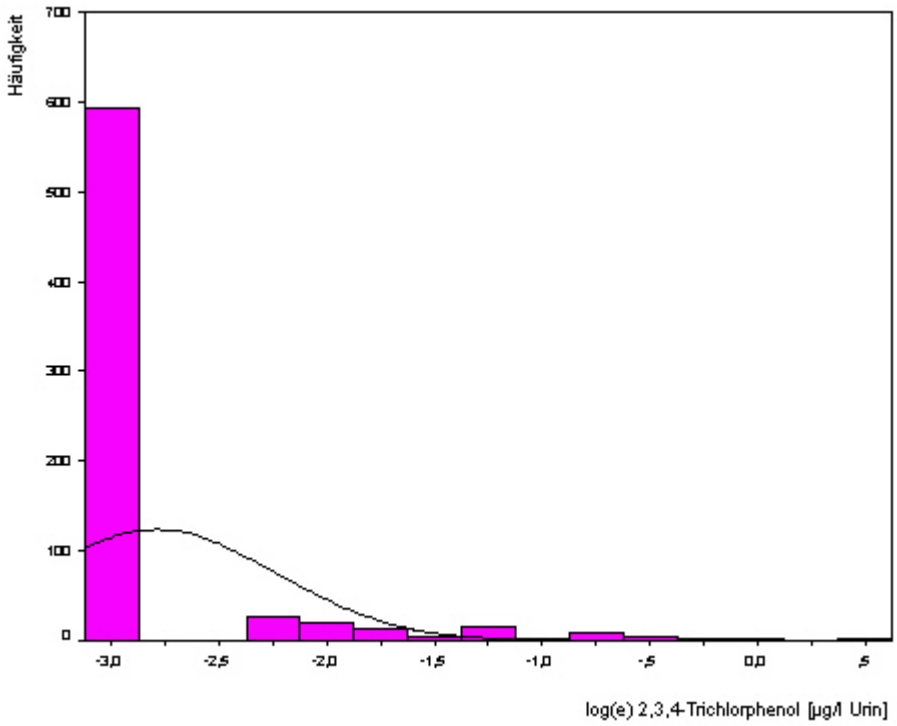
Anmerkungen: <BG= unter Bestimmungsgrenze, AM= arithmetisches Mittel, STD = Standardabweichung, GM = geometrisches Mittel, P25, P50, P75, P95 = 5., 25., 50., 75., 95. Perzentil, Min= Minimaler Wert, Max = Maximum
Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998.

Abbildung 4.7.1: 2,3,4-Trichlorphenol im Urin (original und logarithmiert)



Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998.

Abbildung 4.7.1: 2,3,4-Trichlorphenol im Urin (logarithmiert)



4.7.1 Logistische Regressionsmodelle von 2,3,4-Trichlorphenol

Die Häufigkeit eines Nachweises von 2,3,4-Trichlorphenol im Morgenurin wird mittels logistischer Regression auf mögliche Einflussfaktoren analysiert.

Probanden mit 2,3,4-Trichlorphenol-Werten im Urin über der Bestimmungsgrenze werden in der Analyse als „Fälle“ betrachtet, alle anderen gehören der Referenzgruppe an. Das Eingangsmodell mit 65 Variablen ist im Anhang dargestellt (Tabelle 9.8 im Anhang). Einige der hypothetisch relevanten Variablen, wie Beruf Land- oder Viehwirt und eigene Wasserversorgung sind bei den Probanden mit einem Nachweis so gut wie nicht vertreten, daher entfallen beide Variablen für die Analyse. Bei 75 Probanden mit einem Nachweis und 65 Prädiktoren ist das Modell derart überbestimmt, dass aufgrund von Varianzinflation mögliche Einflussvariablen nicht sichtbar werden.

Im reduzierten, abschließenden Modell verbleiben 11 Variablen (n=642, Tabelle 4.7.2).

Als stärkste Kovariate im Modell für 2,3,4-Trichlorphenol tritt wiederum der Kreatiningehalt in den Vordergrund (Odds-Ratio 18,05). Darüber hinaus haben Frauen signifikant häufiger Werte über der Nachweisgrenze (OR 1,97). Anders als bei den bisher untersuchten Chlorphenolen, haben Erwachsene in Westdeutschland höhere Werte als Bewohner der neuen Länder (OR 0,34). Rauchen ist mit einem geringeren Risiko für einen 2,3,4-Trichlorphenol-Nachweis assozieirt (OR 0,53).

Unter den Berufen weisen Reinigungskräfte und Raumpfleger ein 6-fach höheres Risiko für einen Nachweis von 2,3,4-Trichlorphenol auf als nicht in diesen Berufen Tätige. Des Weiteren konnte ein tendenzieller Zusammenhang zu Berufen der Baubranche (Fliesenleger, Raumausstatter, Maler und Lackierer) beobachtet werden (OR 7,0), wobei angesichts der geringen Anzahl von betroffenen Personen (n=5) das Konfidenzintervall sehr groß ist. Darüber hinaus ist der regelmäßige Gebrauch von Bioziden zur Haustierpflege marginal mit häufigeren 2,3,4-Trichlorphenol-Werten über der Bestimmungsgrenze verbunden (OR 2,1, p=0,099, Tabelle 4.7.2).

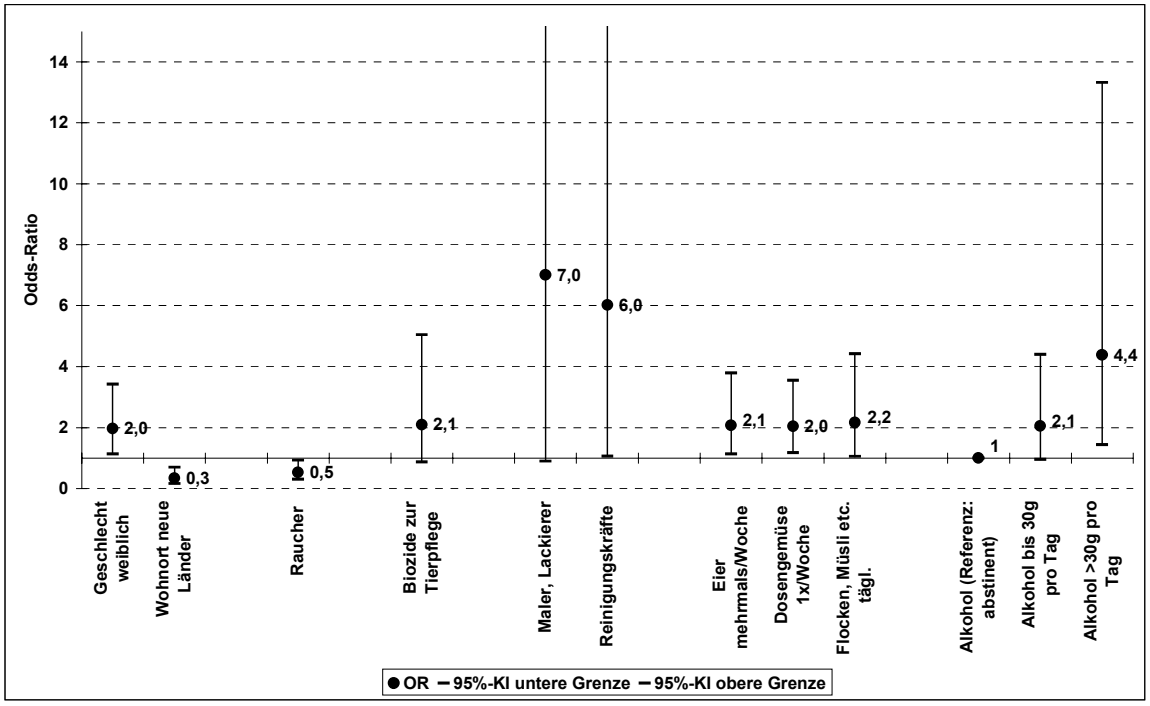
Unter den Ernährungsvariablen sind jeweils der Konsum von Eiern (mehrmals wöchentlich), Gemüsekonserven (mindestens einmal pro Woche) und Getreideprodukten (fast täglich und häufiger) mit einem 2-fach höheren relativen Risiko verbunden. Und schließlich weist ein höherer täglicher Alkoholkonsum ein 4,4-fach höheres Odds-Ratio auf. Für den Alkoholkonsum zeigt sich eine Dosis-Häufigkeitsbeziehung.

Tabelle 4.7.2: Logistisches Abschlussmodell von 2,3,4-Trichlorphenol: Unter der Bestimmungsgrenze (BG) versus darüber

2,3,4-TriCP: Unter vs. über der BG n=642, <BG=546, >BG= 96 Chi^2 =135,5; FG=12	**FG**	**n**	**p**	**OR**	**95% Konfidenz-intervall für OR**	
Prädiktoren					**untere G.**	**obere G.**
Konstante	1		,000	,010		
Kreatinin im Urin (g/l), logarithmiert	1		,000	18,050	8,937	36,458
Geschlecht Frauen (Referenz: Männer)	1	307	,016	1,967	1,132	3,418
Wohnort neue Länder (Referenz: alte Länder)	1	135	,004	,338	,163	,701
Raucher (ja, Referenz: nein)	1	211	,025	,530	,304	,925
Biozide zur Tierpflege regelmäßig (Referenz: gar nicht und unregelmäßig)	1	41	,099	2,096	,871	5,043
als **Maler, Raumausstatter, Lackierer,** beschäftigt (Referenz: alle übrigen Tätigkeiten)	1	5	,064	7,006	,895	54,837
als **Reinigungskraft** beschäftigt (Referenz: alle übrigen Tätigkeiten)	1	11	,043	6,025	1,057	34,353
Eier mehrmals/Woche (Referenz: seltener)	1	126	,018	2,072	1,132	3,790
Dosengemüse mindestens 1x/Woche (Referenz: seltener)	1	379	,011	2,042	1,176	3,548
Flocken, Müsli etc. tägl. und häufiger (Referenz: seltener)	1	72	,035	2,159	1,056	4,416
Alkoholkonsum (Referenz: kein Alkohol)	2	103	,033			
Alkohol ≤30g pro Tag	1	485	,065	2,051	,957	4,399
Alkohol >30g pro Tag	1	54	,009	4,380	1,441	13,319
-2 Log-Likelihood 391,6	Cox & Snell R^2 0,184			Nagelkerkes R^2 0,317		

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998.

Abbildung 4.7.2: Einflussgrößen für 2,3,4-Trichlorphenol im Urin (Odds-Ratios und 95%-Konfidenzintervalle)



Anmerkungen: Abbildung ohne Darstellung des Odds-Ratios von Kreatinin im Urin (OR 18.5).
Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998.

4.7.2 Logistische Modelle von 2,3,4-Trichlorphenol nach alten und neuen Bundesländern

Im abschließenden Modell für die Erwachsenen in den alten Bundesländern (n=507, davon n=83 mit Nachweis von 2,3,4-Trichlorphenol) erlangen, abgesehen von „regelmäßige Anwendung von Bioziden zur Haustierpflege“, alle für die Gesamtgruppe beschriebenen Einflussfaktoren statistische Signifikanz (neun Prädiktoren). Weitere Variablen befinden sich nicht im Modell. Die Mehrheit der Gesamtstichprobe (80%) wohnt in den alten Bundesländern, so dass mögliche für die neuen Bundesländer spezifischen Indikatoren nicht erkannt werden können.

Da von den 140 Erwachsenen in den neuen Bundesländern nur 13 Probanden eine Konzentration von 2,3,4-Trichlorphenol über der Bestimmungsgrenze haben, lässt sich eine logistische Regression mit nur wenigen Prädiktoren durchführen. Außer der Abhängigkeit vom Kreatiningehalt konnte für den höheren Alkoholkonsum ein tendenzieller Zusam-

menhang zu 2,3,4-Trichlorphenol gefunden werden (Alkohol >30g/Tag: OR= 4,3, 95%KI 0,77-373,3, ohne Tabelle). Wegen der geringen Fallzahl ist dieses Ergebnis nur sehr eingeschränkt zu bewerten.

4.7.3 Logistische Modelle von 2,3,4-Trichlorphenol nach Geschlecht

Wegen der deutlich verringerten Fallzahl ist hier die statistische Power geringer, um signifikante Einflussfaktoren zu identifizieren.

Im Modell für Männer zeigt sich, abgesehen vom Kreatinin, nur der Alkoholkonsum (<30 g/T OR 1,9; >30 g/T OR 4,67) und der tägliche Verzehr von Getreideprodukten (OR 3,36) statistisch signifikant. Dabei wird im Vergleich mit dem Abschlussmodell für die Gesamtgruppe deutlich, dass alle Probanden mit einem Alkoholkonsum > 30 Gramm pro Tag Männer sind (n=54).

Bei Frauen sind demgegenüber das Rauchen (OR 0,46) und der Verzehr von Eiern (OR 2,2) statistisch tendenziell bedeutsam.

4.7.4 Diskussion von 2,3,4-Trichlorphenol im Urin

Das 2,3,4-Trichlorphenol weist im Vergleich zu den anderen betrachteten Chlorphenolen die geringsten Gehalte im Morgenurin auf. Weniger als 15% der Teilnehmer haben bestimmbare Konzentrationen im Urin. Probanden in den neuen Bundesländern haben seltener Werte über der Bestimmungsgrenze, es ist daher anzunehmen, dass sie weniger häufig exponiert sind. Das Modell für Probanden in den alten Bundesländern liefert identische Prädiktoren mit gleicher Varianzaufklärung von 19% (Cox und Snell R^2), wie das Modell für die Gesamtgruppe.

Als Aufnahmepfade kommen eine berufliche Exposition mit Lösungsmitteln oder Bioziden (z.B. Maler, Lackierer, Raumausstatter) und Desinfektionsmitteln (Reinigungskräfte) in Frage. Auch bestimmte Nahrungsmittel scheinen mit einer 2,3,4-Trichlorphenolaufnahme in Zusammenhang zu stehen.

Wiederum erweist sich der Alkoholkonsum als möglicher Expositionspfad bei Männern. Es kann vermutet werden, dass alkoholische Getränke entweder selbst kontaminiert sind, der Alkoholkonsum mit nicht bestimmten Einflussfaktoren oder Lebensgewohnheiten assoziiert ist oder, vermittelt über Gruppenunterschiede, ein Zusammenhang mit beruflichen Expositionen vorhanden ist.

4.8. 2,4,5-Trichlorphenol im Morgenurin

2,4,5-Trichlorphenol wird als Desinfektionsmittel in der Mundhygiene verwendet. Aufgrund seiner keimtötenden Wirkung ist es auch in der industriellen Anwendung verbreitet zu finden. Außerdem ist 2,4,5-Trichlorphenol das Abbauprodukt anderer Chlororganika in Haushalt, Landwirtschaft und Industrie, wie von 1,2,3-Trichlorbenzol (Termitengift, Lösungsmittel), 2,4,5-Trichlorphenoxyessigsäure (Herbizid, Entlaubungsmittel), HCB (Beiz- und Holzschutzmittel) und γ-HCH (Insektizid).

Die Verteilung von 2,4,5-Trichlorphenol weist 13,6% der Werte unter der Bestimmungsgrenze von 0,1 µg/L aus (Tabelle 4.8.1). Das geometrische Mittel und der Median sind in der Größe nahezu identisch.

Abbildung 4.8.1 zeigt Verteilungen von 2,4,5-TriCP im Urin mit Volumenbezug (a) und logarithmiert (b).

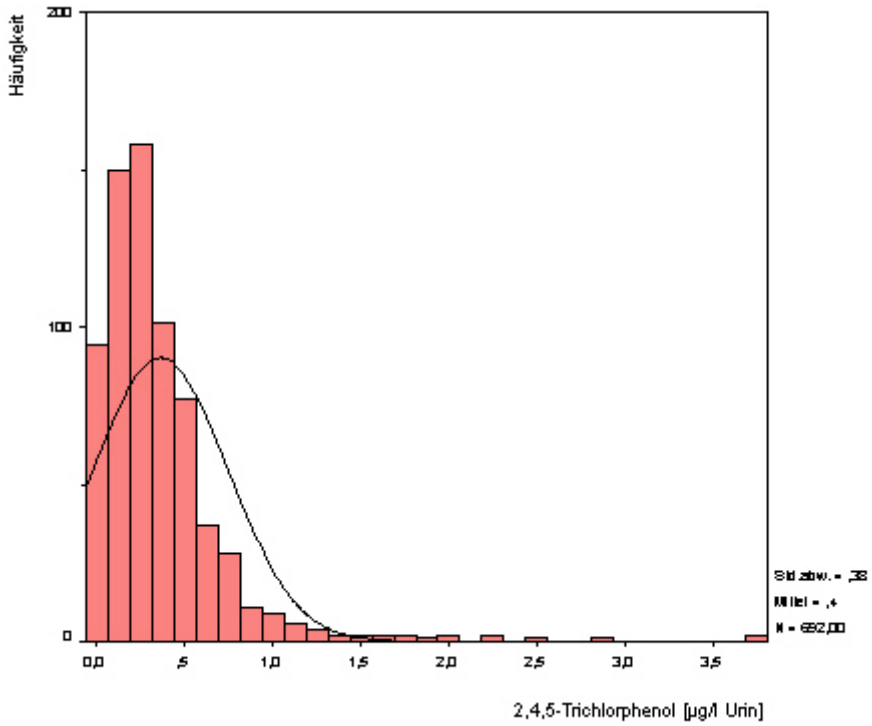
Tabelle 4.8.1: Verteilung von 2,4,5-Trichlorphenol im Urin (ungewichtete Daten)

N=692	<BG	AM	STD	GM	KI GM	Min	P25	P50	P75	P95	Max
2,4,5-TriCP (µg/L)	n=94 13,6%	0,36	0,38	0,25	0,23-0,26	<0,1	0,15	0,26	0,46	0,96	3,81
2,4,5-TriCP/ Krea (µg/g)	-	0,26	0,26	0,20	0,19-0,21	0,01	0,12	0,19	0,31	0,65	2,96

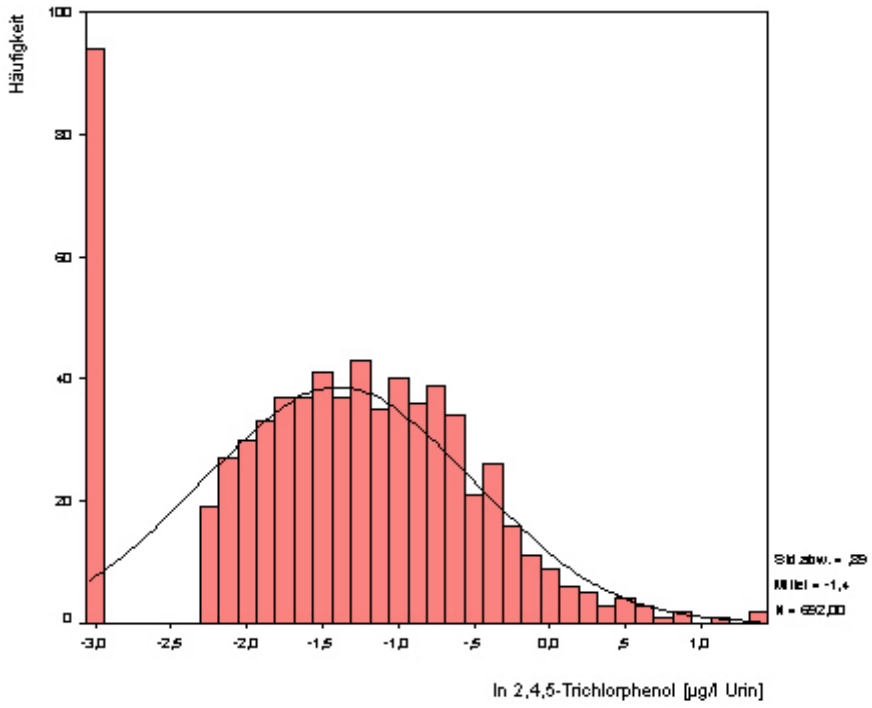
Anmerkungen: <BG= unter Bestimmungsgrenze, AM= arithmetisches Mittel, STD = Standardabweichung, GM = geometrisches Mittel, KI GM = Konfidenzintervall des geometrischen Mittelwertes, P25, P50, P75, P95 = 25., 50., 75. und 95. Perzentil, Min= Minimaler Wert, Max = Maximaler Wert.
Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998.

Abbildung 4.8.1: Verteilungen von 2,4,5-Trichlorphenol (original und logarithmiert)

a)



b)



Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998.

4.8.1 Lineare Regressionsmodelle mit 2,4,5-Trichlorphenol (Volumenbezug)

Die logarithmierte Zielgröße von 2,4,5-Trichlorphenol (Volumenbezug) ist im Kernbereich der Verteilung annähernd normalverteilt. Die unter der Bestimmungsgrenze liegenden Konzentrationen decken in etwa die Häufigkeitserwartungen des fehlenden Messwertebereichs ab. Das Eingangsmodell befindet sich im Anhang (Tabelle 9.9.1). Die Anwendung von linearen Regressionsanalysen scheint gerechtfertigt, da die standardisierten Residuen aus dem Abschlussmodell eine hinreichende Anpassung an die Normalverteilung zeigen (Abbildung 9.9.1 im Anhang).

Im abschließenden Modell befinden sich 10 Variablen (n=627 Erwachsene, Tabelle 4.8.2).

Tabelle 4.8.2: Lineares Abschlussmodell von 2,4,5-Trichlorphenol (Volumenbezug)

2,4,5-Trichlorphenol (µg/l), logarithmiert n=627, FG=10	**Nicht standardisierte Koeffizienten**	**Standardfehler**	**Standardisierte Koeffizienten**	**Sign.**	**Kollinearitätsstatistik**	**erklärter Varianzanteil (%)**	**relative Veränderung pro Einheit**
Prädiktoren	**B**		**Beta**	**p**	**Toleranz**	**Beta*r**	**exp(B)**
Konstante	-2,448	,123		,000			
Kreatinin im Urin (g/l), logarithmiert	1,053	,054	,696	,000	,745	40,2	186,6%
Geschlecht weiblich (Referenz: männl.)	,297	,058	,169	,000	,862	0,12	34,6%
Alter in vollendeten Jahren	,014	,002	,214	,000	,700	2,60	1,4%
BMI >25 kg/m^2 (Referenz: ≤ 25 kg/m^2)	-,201	,061	-,112	,001	,822	1,26	-18,2%
Wohnort im Ausland 1988 (Referenz: 1988 in BRD o. DDR)	,366	,142	,080	,010	,984	0,66	44,2%
Blockbebauung ohne Grün (Referenz: nein)	,303	,137	,069	,027	,984	0,70	35,4%
mit **Holz oder Kohle** dezentral heizen (Referenz: nein)	,235	,127	,057	,065	,994	0,27	26,5%
Holzschutzmittelnutzung (Referenz: nein)	,195	,085	,071	,022	,986	0,63	21,5%
Biozide zur Tierpflege, Zeit seit letzter Anwendung, 4stufig	,088	,035	,078	,012	,985	0,50	9,1%
Biozide z. Vorratsschutz (Referenz: nein)	,151	,076	,061	,048	,986	0,49	16,3%
R 0,648	R-Quadrat 0,420				Korrigiertes R-Quadrat 0,411		

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998.

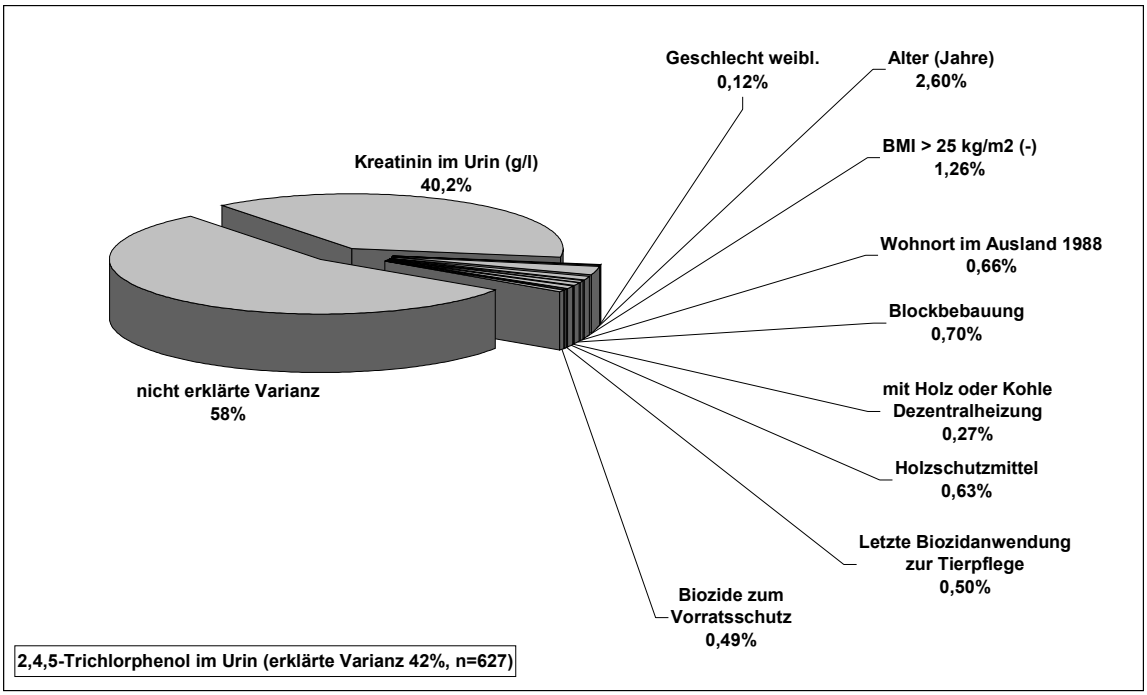
Die erklärte Varianz ist im abschließenden Modell verhältnismäßig hoch (41,1%), wobei der Beitrag des Kreatinins mit Abstand am höchsten ist (Tabelle 4.8.2, Abbildung 4.8.2).
Ein höherer Kreatiningehalt (logarithmiert), ein höheres Alter, weibliches Geschlecht und BMI-Werte unter 25 kg/m^2 sind statistisch signifikant für höhere 2,4,5-Trichlorphenol-Werte im Urin. Ebenfalls durchschnittlich höhere 2,4,5-Trichlorphenol-Uringehalte haben Teilnehmer, die 1988 im Ausland gelebt haben, und Personen, die in Wohnblocks ohne Grün leben.

Darüber hinaus hat der Indikator Anwendung von Holzschutzmitteln einen statistisch signifikant erhöhenden Beitrag.[14] Biozide zum Vorratsschutz sowie die Zeit seit letzter Anwendung von Bioziden zur Tierpflege sind weitere statistisch signifikante Prädiktoren für höhere 2,4,5-Trichlorphenol-Gehalte im Urin, und schließlich ist das dezentrale Heizen mit Kohle oder Holz tendenziell bedeutsam.

In der Tabelle 4.8.2 sind die erklärten Varianzanteile der einzelnen Komponenten und die auf den Parameterschätzungen basierenden prozentualen Veränderungen der 2,4,5-Trichlorphenol-Gehalte im Urin bei Zu- bzw. Abnahme um eine Einheit dargestellt. Die Interkorrelationen der Prädiktoren sind gering (Tabelle 9.9.2 im Anhang).

[14] Die Variable ‚Zeit seit letzter Anwendung von Holzschutzmitteln' ist tendenziell bedeutsam (p=0,054).

Abbildung 4.8.2: Einflussgrößen für 2,4,5-Trichlorphenol im Urin (10 Varianzkomponenten des linearen Abschlussmodells)



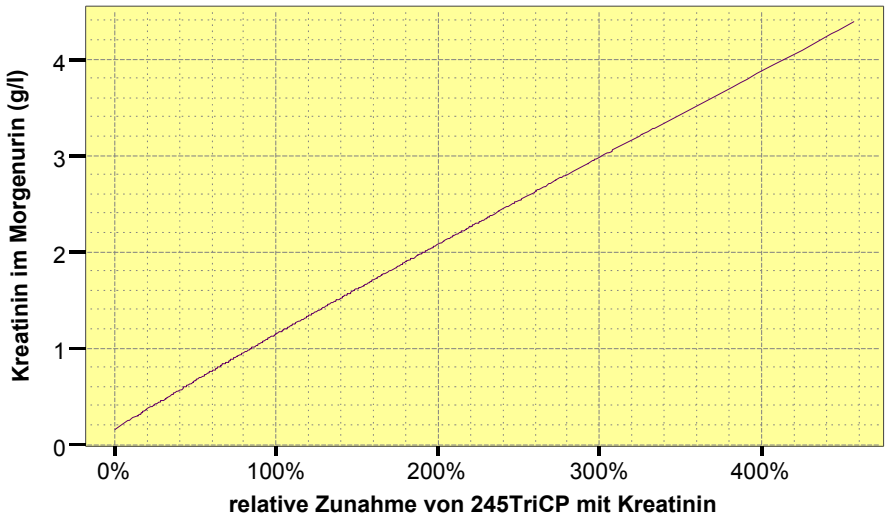
Anmerkungen: (-) zeigt einen inversen Zusammenhang zur Zielgröße

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

Bei Verdopplung des Kreatiningehaltes von 1 g/l auf 2 g/l Urin steigt die 2,4,5-Trichlorphenolkonzentration auf geschätzte 105% (Abbildung 4.8.3).

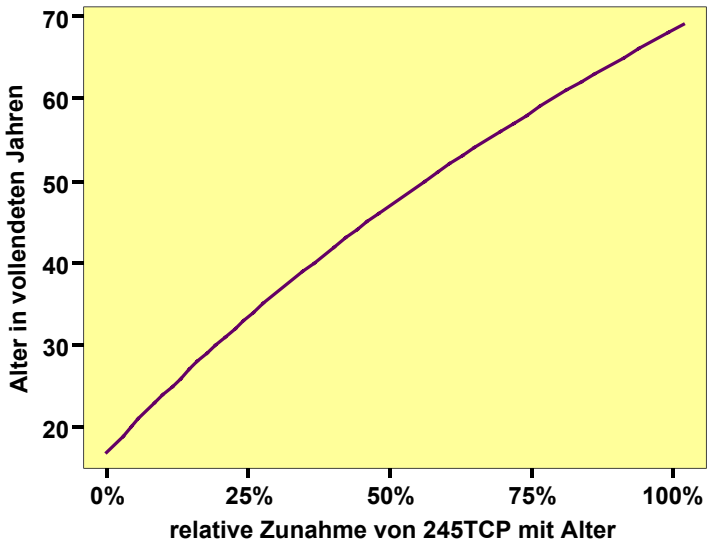
Abbildungen 4.8.4 und 4.8.5 zeigen die geschätzten prozentualen Zunahmen der Konzentration an 2,4,5-Trichlorphenol im Urin mit dem Alter (18 Jahre alte Probanden bilden die Basis mit 0%iger Zunahme) und der letzten Anwendung von Bioziden (keine Anwendung als Basis mit 0%iger Zunahme).

Abbildung 4.8.3: Relative Zunahme von 2,4,5-TriCP im Urin mit Kreatinin im Urin



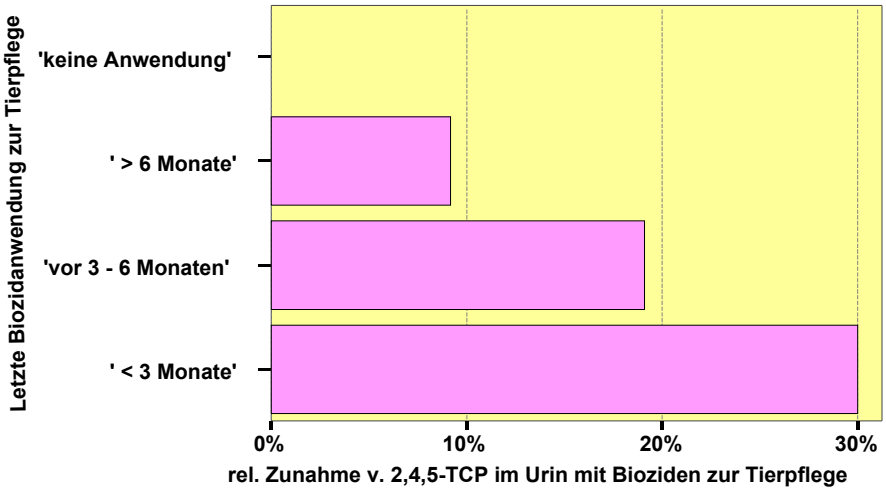
Anmerkungen: Geschätzte Zunahme unter Kontrolle von Alter, Geschlecht, BMI, Wohnort 1988 im Ausland, Blockbebauung, dezentrales Heizen, Holzschutzmittelanwendung, Biozide zur Tierpflege und zum Vorratsschutz.
Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

Abbildung 4.8.4: Relative Zunahme von 2,4,5-TriCP im Urin mit dem Alter



Anmerkungen: Geschätzte Zunahme unter Kontrolle von Kreatinin, Geschlecht, BMI, Wohnort 1988 im Ausland, Blockbebauung, dezentrales Heizen, Holzschutzmittelanwendung, Biozide zur Tierpflege und zum Vorratsschutz.
Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

Abbildung 4.8.5: Relative Zunahme von 2,4,5-TriCP im Urin mit der letzten Anwendung von Bioziden zur Tierpflege



Anmerkungen: Geschätzte Zunahme unter Kontrolle von Kreatinin, Alter, Geschlecht, BMI, Wohnort 1988 im Ausland, Blockbebauung, dezentrales Heizen, Holzschutzmittelanwendung, Biozide zum Vorratsschutz.
Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

4.8.2 Lineare Regressionsmodelle von 2,4,5-Trichlorphenol mit Kreatininbezug

Das reduzierte Modell mit den als bedeutsam identifizierten Prädiktoren enthält neun Variablen (n=627). Damit werden 12,3% (korrigiertes R^2) der Varianz erklärt (Tabelle 9.9.3 im Anhang). Die auf Kreatinin bezogene Zielgröße (2,4,5-TriCP, logarithmiert) ist mit der logarithmierten Kreatininkonzentration bivariat nur geringfügig korreliert (r=0,10).

Im Regressionsmodell von 2,4,5-Trichlorphenol mit Kreatininbezug ist der logarithmierte Kreatiningehalt als Prädiktor ohne Bedeutung unter Kontrolle von Alter und Geschlecht, die weiterhin positiv mit 2,4,5-Trichlorphenol/Kreatinin assoziiert sind. Belässt man Kreatinin im Modell ohne Alter und Geschlecht, zeigt sich eine starke positive Beziehung. Möglicherweise erklärt das Modell daher zu einem überwiegenden Teil die Kreatininverteilung im Urin. Die im volumenbezogenen Modell genannten Einflussfaktoren bleiben mit ihren jeweiligen Irrtumswahrscheinlichkeiten identisch (ohne Tabelle).

4.8.3 Lineare Regressionsmodelle von 2,4,5-Trichlorphenol nach alten und neuen Bundesländern

Für die stratifizierte Analyse wird die Zielgröße logarithmierte Zielgröße 2,4,5-Trichlorphenol ohne Kreatininbezug überprüft. Das reduzierte Modell für die Probanden in den alten Bundesländern erfasst acht Variablen (n=501 Erwachsene). Die erklärte Varianz (40,8%) und die Prädiktorenstruktur sind dem Abschlussmodell für die Gesamtgruppe (Tabelle 4.8.3) ähnlich. Der Kreatiningehalt hat keinen Bedeutung, wenn nach Alter und Geschlecht kontrolliert wird. Alter und Geschlecht sind beide statistisch signifikant. Weitere signifikante Prädiktoren sind ein geringer BMI, das Wohnen in Blockbebauung ohne Grün, das Leben 1988 im Ausland, die Anwendung von Holzschutzmitteln und die Zeit seit letzter Biozidnutzung zur Tierpflege. Im Gegensatz zu der Gesamtgruppe sind in der Untergruppe der alten Bundesländer die Biozidnutzung zum Vorratsschutz und das dezentrale Heizen mit Holz oder Kohle nicht relevant.

Das Abschlussmodell für die Erwachsenen in den neuen Bundesländern schließt und fünf Prädiktoren ein (n=130 Probanden), womit 48% der Varianz erklärt werden.

In den neuen Ländern sind Unterschiede zwischen Männern und Frauen bezüglich des 2,4,5-TriCP nicht bedeutsam. Der Alterseinfluss ist erkennbar. Das Leben in Wohnblocks ohne Grün ist tendenziell mit einer höheren Konzentration an 2,4,5-Trichlorphenol verbunden. Zudem zeigen „dezentrales Heizen mit Holz oder Kohle“ und die Berufstätigkeit als Krankenschwester, Pfleger und medizinische Laborantin statistisch signifikante Zusammenhänge zu einer höheren 2,4,5-Trichlorphenolausscheidung.

4.8.4 Lineare Modelle von 2,4,5-Trichlorphenol nach Geschlecht

Die getrennten linearen Modelle für Männer und Frauen weisen einige Unterschiede auf.
Im Abschlussmodell für die männlichen Probanden befinden sich sieben Prädiktoren (n=335). Die erklärte Varianz liegt bei 38,4% (korrigiertes R^2).

Abgesehen von der Kreatinin- und Altersabhängigkeit, ist der logarithmierte BMI in der Tendenz negativ mit der Zielgröße assoziiert (p=0,069). Statistisch signifikant höhere 2,4,5-Trichlorphenol-Konzentrationen zeigen sich bei Männern, die 1988 im Ausland leb-

ten und Männer, die im Haushalt Holzschutzmittel verwendet haben. Einen marginalen Zusammenhang weist bei den Männern die eigene Trinkwasserversorgung auf (die Fallzahl ist hier gering, n=9): Männer, die einen eigenen Brunnen als Trinkwasserquelle benutzen, haben tendenziell höhere 2,4,5-Trichlorphenol-Werte (p=0,096). Dies ist jedoch möglicherweise auch ein Indikator für das Wohnen in ländlicher Umgebung. Und schließlich erweist sich der häufige Fischverzehr als erklärende Variable bei den männlichen Probanden (p=0,051).

Bei den Frauen (n=320) sind im Abschlussmodell gleichfalls sieben Prädiktoren von Bedeutung, mit denen eine Varianzaufklärung von 44% ereicht wird. Das Alter ist neben der Kreatininkonzentration wichtigster Prädiktor, gefolgt vom Unterschied zwischen alten und neuen Bundesländern. Frauen in den alten Bundesländern haben durchschnittlich höhere 2,4,5-Trichlorphenol-Werte im Urin. Darüber hinaus sind die „Zeit seit letzter Biozidanwendung zur Tierpflege“ und „Wohnen in Blockbebauung ohne Grün“ statistisch signifikant. Geringere Bedeutung haben das dezentrale Heizen mit Holz oder Kohle (p=0,074) und der Verzehr von Geräuchertem einmal in der Woche (p=0,088).

4.8.5 Logistische Regression von 2,4,5-Trichlorphenol im Morgenurin

Zugunsten einer besseren Vergleichbarkeit und Überprüfung der Stabilität der identifizierten Prädiktoren wird an dieser Stelle der Tertilvergleich mittels logistischer Regression untersucht.

Im logistischen Abschlussmodell sind acht Variablen einbezogen (n=534 Probanden, unteres Tertil <0,18 µg/L: n=275, oberes Tertil >0,37 µg/L: n=259). Es ergeben sich die gleichen Prädiktoren wie im linearen Modell bis auf das Geschlecht, die Blockbebauung, die Anwendung von Holzschutzmitteln und Bioziden zum Vorratsschutz (Tabelle 9.9.4 im Anhang).

Die Zeit seit letzter Anwendung von Bioziden zur Haustierpflege ist in einer Abklingfunktion assoziiert, d.h. je kürzer die Nachexpositionszeit, desto eher liegt die 2,4,5-Trichlorphenol-Ausscheidung im oberen Tertil der Verteilung. Zusätzlich haben die Biozidanwendung zum Textilschutz (dichotom; die Nachexpositionszeit verläuft nicht mono-

ton zu der Zielgröße) und die Berufstätigkeit als Reinigungskraft statistisch signifikanten Einfluss auf die Wahrscheinlichkeit dem oberen Tertil anzugehören.

4.8.6 Diskussion von 2,4,5-Trichlorphenol im Morgenurin

Biologische Variablen wie Kreatinin, Alter, Geschlecht und BMI erklären die größten Varianzanteile der Ausscheidung von 2,4,5-Trichlorphenol. Von den Expositionsvariablen hat die Anwendung bestimmter Pestizide, wie Holzschutzmittel und Biozide zur Haustierpflege, deutlichen Einfluss, so dass von einer Aufnahme durch Pestizide im Haushalt ausgegangen werden kann. Das dezentrale Heizen mit Holz oder Kohle und das Wohnen in Blockbebauung sowie das Leben im Ausland 1988 sind ebenfalls bedeutsam. Dagegen spielen Ernährungsvariablen in der Gesamtgruppe keine Rolle für die Ausscheidung von 2,4,5-Trichlorphenol. Eine Ausnahme bildet bei Männern der häufige Fischverzehr, und bei Frauen deutet sich der Verzehr von Geräuchertem als relevant an.

4.9 2,4,6-Trichlorphenol im Urin

2,4,6-Trichlorphenol wird als Pflanzenschutzmittel und zur Farbstoffproduktion in der chemischen Industrie eingesetzt. Die Verbindung tritt beim Menschen als Abbauprodukt von 1,3,5 Trichlorbenzol auf, das in Landwirtschaft und Textilindustrie Gebrauch findet (Wrbitzky et al. 1994). Außerdem ist es als Metabolit von Lindan bekannt, das im medizinischen Bereich noch angewendet wird (z.B. als Krätzemittel).

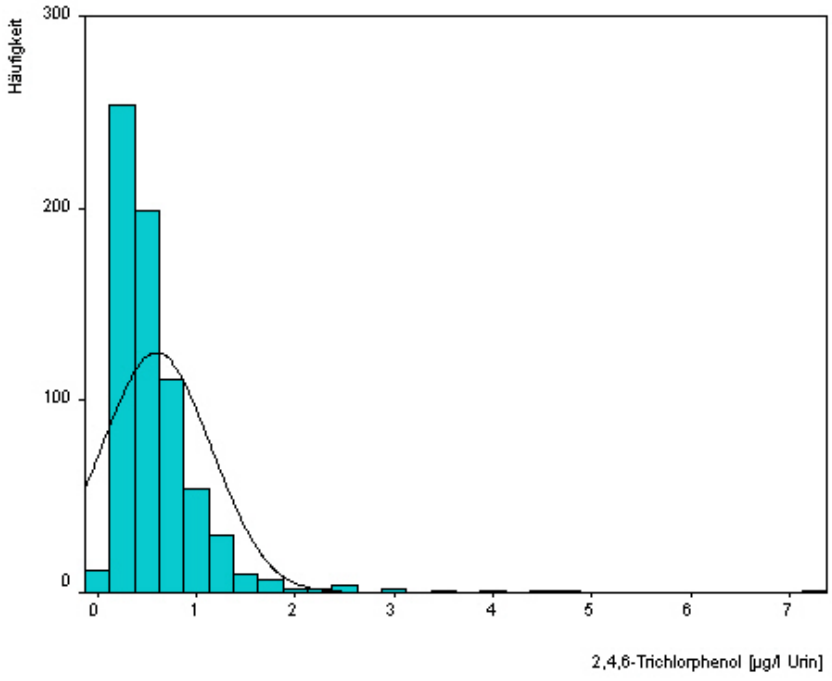
Die Verteilung von 2,4,6-Trichlorphenol weist nur 1,4% der Werte unter der Bestimmungsgrenze auf (Tabelle 4.9.1). Abbildung 4.9.1 zeigt die Verteilungen.

Tabelle 4.9.1: Verteilung von 2,4,6-Trichlorphenol im Urin (ungewichtete Daten)

N= 692	<BG	AM	STD	GM	KI GM	Min	P5	P25	P50	P75	P95	Max
2,4,6-TriCP (µg/L)	n=10 1,4%	0,60	0,55	0,47	0,44-0,49	<0,1	0,17	0,30	0,44	0,74	1,32	7,27
2,4,6-TriCP/ Kreatinin (µg/g)		0,44	0,36	0,37	0,36-0,39	0,05	0,18	0,26	0,34	0,49	0,98	4,07

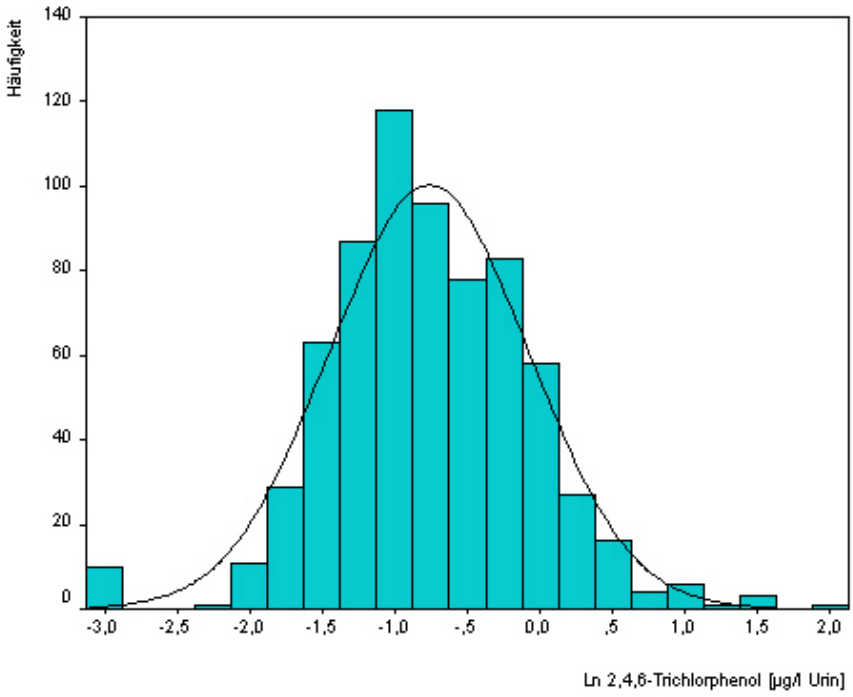
Anmerkungen: <BG= unter Bestimmungsgrenze, AM= arithmetisches Mittel, STD = Standardabweichung, GM = geometrisches Mittel, KI GM = Konfidenzintervall des geometrischen Mittelwertes, P5, P25, P50, P75, P95 = 5., 25., 50., 75., 95. Perzentil, Min= Minimaler Wert, Max = Maximaler Wert.
Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998.

Abbildung 4.9.1: 2,4,6-Trichlorphenol im Urin (original und logarithmiert)



Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998.

Abbildung 4.9.1: Fortsetzung 2,4,6-Trichlorphenol im Urin (logarithmiert)



Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998.

Wie viele der Chlorphenolverteilungen ist 2,4,6-Trichlorphenol stark rechtsschief und auch nach logarithmischer Transformation nicht vollständig normalverteilt (Abbildung 4.9.1). Die Abweichung von der Normalverteilung ist bei Bezugnahme auf Kreatinin noch deutlicher (vgl. im Anhang Abbildungen 9.10.1 a, b). Dies zeigt, dass die Gesamtgruppe inhomogen ist und möglicherweise unterschiedliche Subgruppen enthält. Abweichungen sind hauptsächlich im oberen und unteren Bereich der Verteilung zu erkennen, die eine S-förmige Kurve andeuten. Es wird davon ausgegangen, dass wegen des relativ großen Stichprobenumfangs identifizierte Prädiktoren mittels linearer Regression robust geschätzt werden können. Aus diesen Gründen wird im Folgenden erst die lineare Regression mit volumenbezogener Zielgröße besprochen. Die Auswertung mittels logistischer Regression auf das obere Tertil wird zur Prüfung der Stabilität bzw. zur Analyse der Einflussgrößen für die höher Belasteten ergänzend vorgestellt und für die Untergruppenanalysen herangezogen.

4.9.1 Lineare Regressionsmodelle mit 2,4,6-Trichlorphenol (Volumenbezug)

Das lineare Eingangsmodell von 2,4,6-Trichlorphenol (µg/L, Volumenbezug, logarithmiert) enthält 67 Variablen (n=500 Erwachsene, ohne Tabelle).

In Tabelle 9.10.1 im Anhang sind die erklärten Varianzen der linearen Modelle dargestellt. Im abschließenden linearen Modell von 2,4,6-Trichlorphenol im Urin (logarithmiert) sind zehn Variablen enthalten, die korrigiert 45,7% der Varianz erklären (n=630, Tabelle 9.10.2 im Anhang).

Mit Abstand wichtigster Prädiktor für 2,4,6-Trichlorphenol ist das Kreatinin, gefolgt von Alter, Geschlecht und BMI. Mit zunehmendem Alter steigt die 2,4,6-Trichlorphenol-Ausscheidung im Urin. Frauen haben höhere Werte als Männer. Ein BMI unter 25 kg/m^2 ist mit einem höheren Chlorphenolwert verknüpft.

Folgende weitere bedeutsame Einflussfaktoren sind im Abschlussmodell verblieben (Tabelle 9.10.2 im Anhang): das Wohnen in Häuserblocks ohne Grün, die Anwendung von Bioziden zur Tierpflege, die Berufstätigkeit als Reinigungskraft sowie eine vegetarische Ernährung, die mit einer höheren 2,4,6-Trichlorphenol-Konzentration assoziiert sind. Tendenziell bedeutsame Einflussfaktoren sind ferner das Rauchen und eine körperlich anstrengende Tätigkeit von mehr als 2 Stunden pro Woche. Raucher haben geringere 2,4,6-Trichlorphenol-Werte als Nichtraucher.

4.9.2 Lineare Modelle von 2,4,6-Trichlorphenol mit Kreatininbezug

An Kreatinin normiert und logarithmiert weist die transformierte Zielgröße 2,4,6-Trichlorphenol/Kreatinin eine negative Korrelation zum logarithmierten Kreatinin auf ($r = -0,24$). Das Abschlussmodell mit der auf Kreatinin bezogenen Zielvariablen bringt nur ein Drittel der Varianzaufklärung (korrigiertes R^2 12,3%, FG=9, Tabelle 9.10.1 im Anhang). Die Zahl der einbezogenen Erwachsenen ist gegenüber dem volumenbezogenen Modell unverändert n=630, die Zahl der Prädiktoren ist um eine Variable ergänzt. Deutlich zeigt sich ein bedeutsamer Zusammenhang zur Kreatininkonzentration. Die Kreatininkonzentration nimmt einen negativen Wert als Parameterschätzer an ($beta_{standardisiert}= -0,15$). Hinzu gekommen ist die Zugehörigkeit zur Oberschicht als Prädik-

tor für höhere 2,4,6-Trichlorphenol-Werte. Alle im Modell befindlichen Prädiktoren erreichen statistische Signifikanz und entsprechen den in Tabelle 9.10.2 im Anhang dargestellten Prädiktoren für die volumenbezogene Konzentration.

4.9.3 Logistische Regressionsmodelle von 2,4,6-Trichlorphenol

Für die logistische Regression wird die Konzentration von 2,4,6-Trichlorphenol in Tertile unterteilt. Das Eingangsmodell umfasst wiederum 67 Variablen (n=435 Personen, davon 207 Teilnehmer im oberen Tertil >0,61 µg/L, Tabelle 9.10.3 im Anhang).

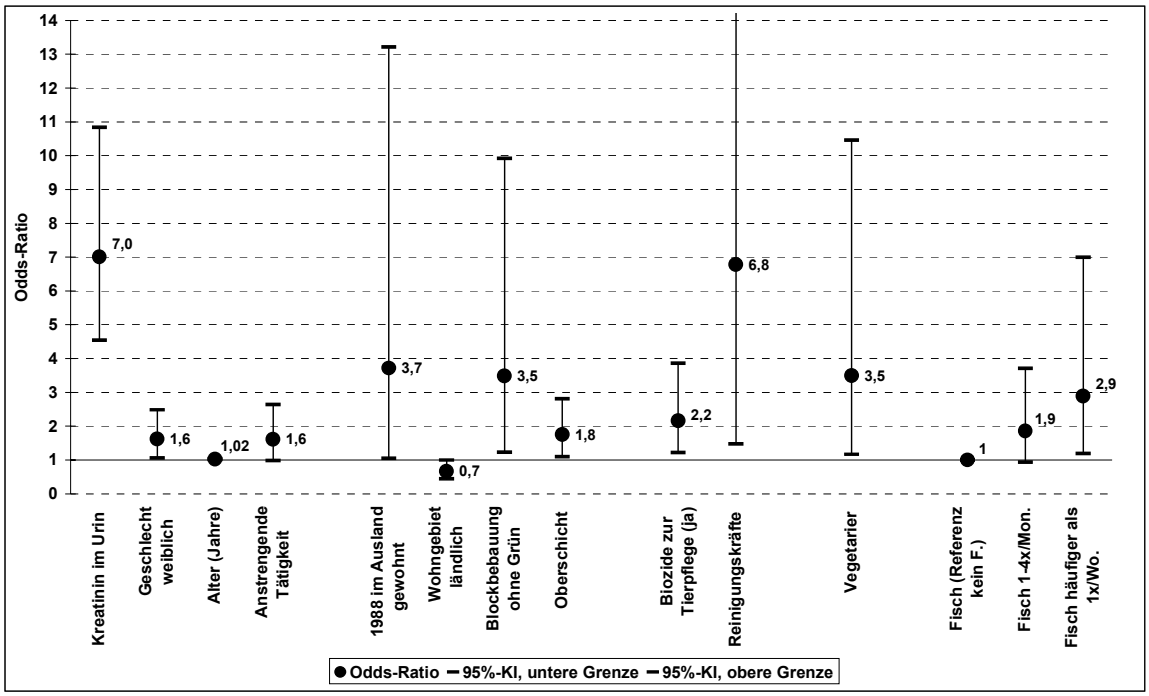
In das abschließende Modell wurden 13 Variablen aufgenommen (n=543 Erwachsene, davon im oberen Tertil n=260). Die mit den linearen Modellen identifizierten Einflussfaktoren behalten, mit Ausnahme des Rauchens, ihre Bedeutung im logistischen Modell (Tabelle 4.9.2). Dazu gehören die Prädiktoren Kreatinin, Alter, Geschlecht, körperlich anstrengende Tätigkeiten von mehr als 2 Stunden in der Woche, Wohnen in Blockbebauung ohne Grün, Zugehörigkeit zur Oberschicht, Anwendung von Bioziden zur Tierpflege, Beruf als Reinigungskraft, sowie eine vegetarische Lebensweise. Der Rauchstatus ist ohne Bedeutung für die Zugehörigkeit zum oberen oder unteren Tertil. Drei statistisch bedeutsame Prädiktoren sind neu im logistischen Modell: das Leben im Ausland 1988 und ein mehrmals wöchentlicher Fischverzehr (Dosis-Häufigkeitsbeziehung), sind mit Erhöhungen der Odds-Ratios assoziiert (Tabelle 4.9.2, Abbildung 4.9.2), dagegen ist das Wohnen in ländlichen Gebieten für das untere Tertil prädiktiv.

Tabelle 4.9.2: Logistisches Abschlussmodell von 2,4,6-Trichlorphenol: Unteres versus oberes Tertil

2,4,6-Trichlorphenol: n=543, unteres Tertil n=283, oberes Tertil n=260 Chi^2 =118,2; FG=12	**FG**	**n**	**p**	**OR**	**95%-Konfidenzintervall für OR**	
Prädiktoren					**Unten**	**Oben**
Konstante	1		,000	,077		
Kreatinin im Urin (g/l), logarithmiert	1		,000	7,013	4,538	10,837
Geschlecht Frauen (Referenz: Männer)	1	255	,026	1,621	1,058	2,482
Alter in vollendeten Jahren	1	543	,023	1,019	1,003	1,036
Körperlich anstrengende Tätigkeit >2 Std./Woche (ja, Referenz: nein)	1	107	,060	1,609	,981	2,641
Wohnort im Ausland 1988 (Referenz Deutschland)	1	16	,042	3,718	1,046	13,210
Wohngebiet ländlich (Referenz: (vor)städtisch)	1	205	,048	,664	,442	,997
Blockbebauung ohne Grün (ja, Referenz: nein)	1	24	,019	3,485	1,224	9,922
Oberschicht (Referenz**:** Mittel- und Unterschicht)	1	126	,019	1,756	1,097	2,810
Biozide zur Tierpflege (ja, Referenz: nein)	1	75	,009	2,161	1,212	3,853
als **Reinigungskraft** beschäftigt (ja, Referenz: alle übrigen)	1	9	,014	6,776	1,477	31,088
vegetarische Ernährung (ohne Fleisch) (Referenz: alle übrigen)	1	21	,025	3,495	1,167	10,462
Fischverzehr Referenz: (fast) nie Fisch	2	51	,063	1		
1-4x pro Monat Fisch	1	427	,081	1,855	,928	3,710
häufiger als 1x pro Woche Fisch	1	65	,019	2,889	1,193	6,996
-2 Log-Likelihood 490,4	Cox & Snell R^2 22,8%				Nagelkerkes R^2 30,4%	

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998.

Abbildung 4.9.2: Einflussgrößen für 2,4,6-Trichlorphenol im Urin (Odds-Ratios und 95%-Konfidenzintervalle)



Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998.

4.9.4 Logistische Modelle von 2,4,6-Trichlorphenol nach alten und neuen Bundesländern

Das Abschlussmodell von 2,4,6-Trichlorphenol für die alten Bundesländer enthält neun Variablen (470 Probanden, jeweils 235 im unteren und oberen Tertil). In den alten Bundesländern weisen das Alter und Geschlecht Erhöhungen der Odds-Ratios auf. Wie schon im gesamtdeutschen Modell haben Probanden in ländlichen Wohngebieten einen geringeren Odds-Ratio und Probanden, die 1988 im Ausland gelebt haben, einen erhöhten (OR 3,4 95%KI 1,051-11,1, p=0,041, n=18). Höhere relative Risiken für einen 2,4,6-Trichlorphenol-Wert im oberen Tertil haben Vegetarier (OR 3,4, 95%KI 1,25-9,39, p=0,017, n=27) und Probanden, die häufig Pizza, Bratwurst etc. (OR 4,5, 95%KI 1,66-12,19, p=0,003, n=33) verzehren. Tendenziell höhere Odds-Ratios haben Probanden, die häufig Getreideprodukte verzehren (OR 1,78, 95%KI 0,93-3,40, p=0,083, n=58) und Probanden, die Biozide zur Tierpflege anwenden (OR 1,68, 95%KI 0,93-3,03, p=0,087, n=71).

Im Modell für die neuen Bundesländer (n=119 Erwachsene) befinden sich 54 Personen im oberen Tertil. Von den fünf Prädiktoren sind, abgesehen vom Kreatiningehalt, noch das de-

zentrale Heizen mit Holz oder Kohle (OR 12,4, 95%KI 1,66-92,25, p=0,014, n=9), die Verwendung von Bioziden zur Tierpflege (OR 5,05, 95%KI 1,03-24,76, p=0,046, n=12) und der Fischverzehr mehrmals pro Woche (OR 11,57, 95%KI 1,41-94,80, p=0,023, n=22) statistisch signifikant mit höheren Odds-Ratios assoziiert. Der Beruf als Reinigungskraft hat einen hohen Odds-Ratio, ist aber wegen der geringen Fallzahl statistisch nur tendenziell bedeutsam (OR 13,6, 95%KI 0,77-240,1, p=0,075, n=4).

4.9.5 Logistische Modelle von 2,4,6-Trichlorphenol nach Geschlecht

Im Abschlussmodell für die Männer werden Daten von 296 Probanden analysiert, davon befinden sich 144 im oberen Tertil. Das Modell enthält sieben Prädiktoren. Die Kreatininkonzentration hat einen Odds-Ratio von 10, das Alter ist grenzwertig signifikant (OR 1,022, p=0,05) und eine Gewichtsabnahme in den letzten drei Jahren ist mit einem 2,4-fach höherem Odds-Ratio für das obere Tertil von 2,4,6-Trichlorphenol verbunden (95%KI 1,005-5,7, p=0,049, n=36). Wohnen in ländlichen Gebieten verringert das Risiko zum oberen Tertil zu gehören, Fischverzehr allgemein und vor der Urinprobe sowie der Verzehr von Pizza erhöhen es statistisch signifikant. Der Fischverzehr zeigt eine deutliche Dosis-Häufigkeitsbeziehung (OR 2,4 einmal in der Woche Fisch, OR 5,0 mehrmals in der Woche Fisch). Der Fischverzehr vor der Urinprobe erhöht das Risiko um das 2,4-fache (95%KI 1,001-5,6, p=0,050, n=38). Ein 4,8-fach höheres Risiko haben Probanden, die in der Nähe eines Sägewerkes oder holzverarbeitenden Betriebes wohnen, obgleich dies bei den wenigen Personen nur tendenziell statistisch gesichert ist (p=0,084, n=9).

Das Abschlussmodell für die Frauen (n=256, davon 121 im oberen Tertil von 2,4,6-Trichlorphenol, neun Variablen) unterscheidet sich deutlich von dem der Männer hinsichtlich der relevanten Prädiktoren. Statistisch signifikante Einflussfaktoren sind der Beruf als Reinigungskraft (OR 5,9, 95%KI 1,32-26,5, p=0,020, n=9), die Zeit von weniger als 6 Monaten seit letzter Anwendung von Bioziden zum Textilschutz (OR 6,2, 95%KI 1,73-21,9, p=0,005, n=16) und zum Vorratsschutz (OR 4,8, 95%KI 1,14-20,05, p=0,032, n=14). Beide Variablen sind dichotomisiert in weniger als 6 Monate versus mehr als 6 Monate zurückliegende Anwendung. Die Anwendung von Bioziden zur Tierpflege ist tendenziell bedeutsam (OR 2,1, 95%KI 0,96-4,72, p=0,064, n=40). Alle übrigen Prädiktoren sind sta-

tistisch nur tendenziell gesichert, das sind das Wohnen in Blockbebauung (OR 3,7, 95%KI 0,92-14,96, p=0,065, n=12), die Zugehörigkeit zur Oberschicht (OR 1,9, 95%KI 0,921-4,10, p=0,081, n=45), eine vegetarische Lebensweise (OR 3,03, 95%KI 0,89-10,26, p=0,076, n=15) und der tägliche Verzehr von Getreideprodukten (OR 2,1, 95%KI 0,98-4,60, p=0,057, n=43).

4.9.6 Diskussion von 2,4,6-Trichlorphenol im Urin

Lineares und logistisches Abschlussmodell ergeben mit zwei Ausnahmen (Zugehörigkeit zur Oberschicht und Häufigkeit von Fischverzehr nur im logistischen Modell) die gleiche Struktur der relevanten Prädiktoren. Dies ist ein Hinweis auf die Robustheit der Modellgestaltung, die weitgehend unabhängig von der jeweiligen Analysemethode ist.

Die identifizierten Prädiktoren sind verschiedenen Bereichen zuzuordnen. Kreatinin, Alter und Geschlecht sowie Gewichtsreduktion sind wichtige Kovariaten. Darüber hinaus stellt das Wohnen in Blockbebauung und in städtischen Gebieten einen möglichen Eintragspfad dar. Eventuell besteht hier ein Zusammenhang zu verwendeten Baumaterialien oder auch die vermehrte Nutzung von z.B. Insektiziden oder Pflanzenschutzmitteln.

Die Bedeutung von 2,4,6-Trichlorphenol als Pestizid zeigt sich in der häufigeren Belastung von Probanden, die Biozide anwenden, insbesondere bei den Frauen. Die Ernährungsgewohnheiten spielen ebenfalls eine Rolle, was auf die Verwendung von 2,4,6-Trichlorphenol als Pflanzenschutzmittel zurückführbar sein könnte. Der Fischverzehr ist ein bedeutsamer Belastungspfad vor allem bei Männern. Auch eine vegetarische Lebensweise ist tendenziell mit einer höheren Belastung assoziiert. Wie schon bei anderen Chlorphenolverbindungen, zeigen sich relativ große Unterschiede zwischen Männern und Frauen in den Lebensgewohnheiten. In diesem Sinne ist auch die Berufstätigkeit als Reinigungskraft vor allem für Frauen zu sehen, bei denen dieser Belastungspfad erneut deutlich geworden ist.

4.10 2,3,4,6-Tetrachlorphenol im Morgenurin

2,3,4,6-Tetrachlorphenol wird als Fungizid/Bakterizid in der holz- und textilverarbeitenden Industrie eingesetzt und ist in Holzschutzmitteln enthalten. Es kann beim Abbau als Metabolit von Hexachlorbenzol und Lindan ausgeschieden werden.

Rund 45% der Erwachsenen haben einen nicht nachweisbaren Wert von 2,3,4,6-Tetrachlorphenol. Das 5. und 25. Perzentil liegen unter der Bestimmungsgrenze von 0,3 µg/L (Tabelle 4.10.1). In der Abbildung 4.10.1 der logarithmierten Werte zeigt sich die Zweiteilung der Variablen. Die Auswertung erfolgt mittels logistischer Regression.

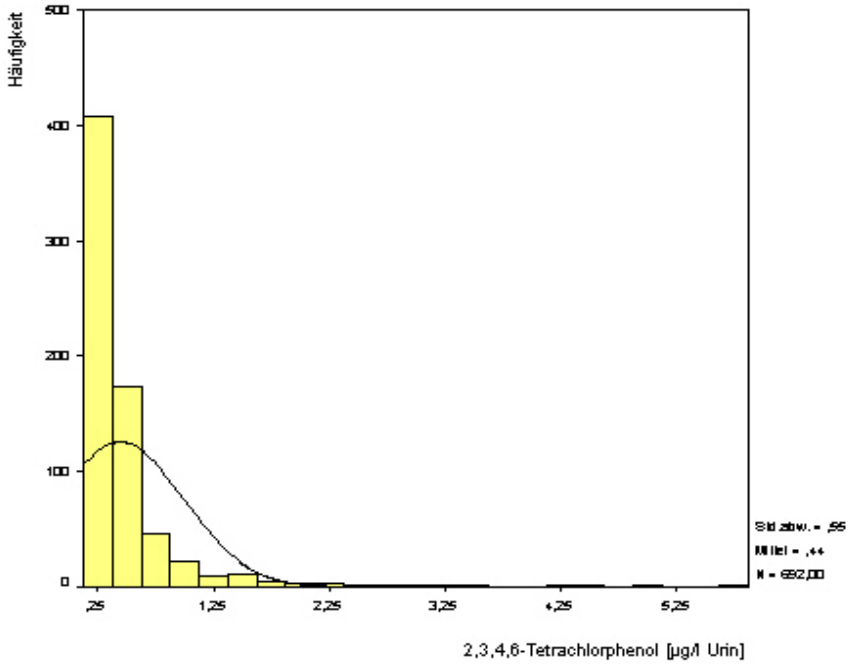
Tabelle 4.10.1: Verteilung von 2,3,4,6-Tetrachlorphenol im Urin (ungewichtete Daten)

N=692	<BG	AM	STD	GM	KI GM	Min	P25	P50	P75	P95	Max
2,3,4,6-Tetra-CP (µg/L)	n=309 44,7%	0,44	0,55	0,31	0,29-0,33	<0,3	<0,3	0,33	0,49	1,32	5,82
2,3,4,6-Tetra-CP/ Kreatinin (µg/g)		0,33	0,38	0,25	0,23-0,26	0,03	0,26	0,24	0,36	0,86	5,18

Anmerkungen: <BG= unter Bestimmungsgrenze, AM= arithmetisches Mittel, STD = Standardabweichung, GM=geometrisches Mittel, KI GM= Konfidenzintervall des geometrischen Mittelwertes, P25, P50, P75, P95 = 25., 50., 75. und 95. Perzentil, Min= Minimaler Wert, Max = Maximaler Wert.

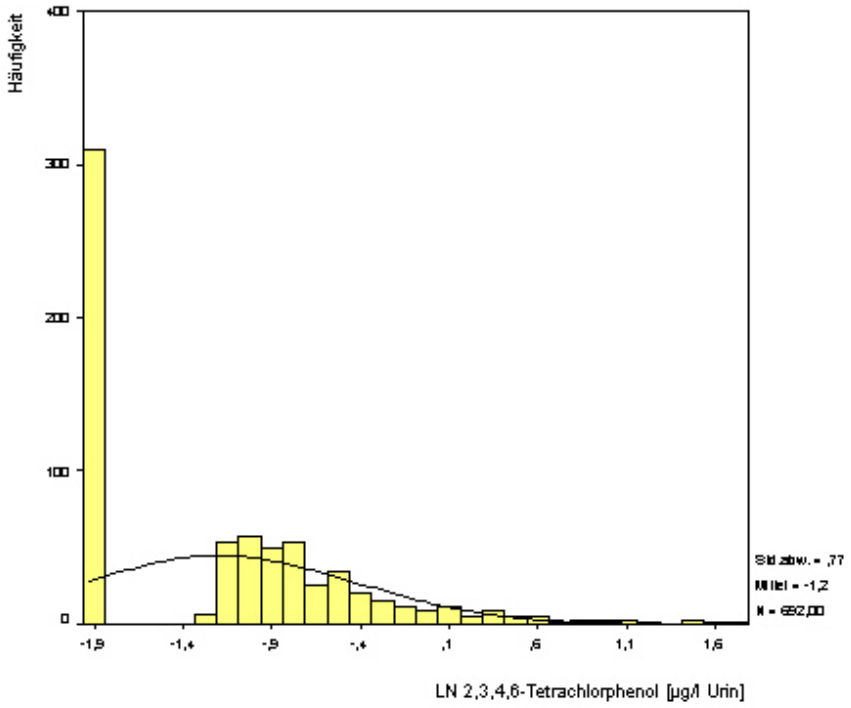
Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998.

Abbildung 4.10.1: Verteilung von 2,3,4,6-Tetrachlorphenol im Urin (original)



Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998.

Abbildung 4.10.1: Fortsetzung (logarithmiert)



Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998.

4.10.1 Logistische Regressionsmodelle von 2,3,4,6-Tetrachlorphenol

Für die logistische Regression wurde die volumenbezogene Zielvariable von 2,3,4,6-Tetrachlorphenol verwendet. Probanden des oberen Tertils von 2,3,4,6-Tetrachlorphenol (n=172, 0,42-5,82 µg/L) werden den Probanden mit Werten unter der Bestimmungsgrenze (n=227) gegenüber gestellt. Das Eingangsmodell enthält 67 Variablen (Tabelle 9.11.1 im Anhang).

Das Abschlussmodell schließt sechs Variablen ein (n=519 Erwachsene). Wie schon bei den meisten anderen Chlorphenolen sind sowohl die Indikatoren für Kreatinin, als auch Alter und Geschlecht positiv mit der Zielvariablen assoziiert (Tabelle 4.10.2). Darüber hinaus ist das Vorhandensein von Holzschutzmitteln ein wichtiger Einflussfaktor. Die Zeit seit letzter Anwendung ist in einer nicht linearen Abklingfunktion assoziiert, wobei Probanden mit einer Anwendung vor mehr als 10 Jahren einen sehr hohen OR von 24,7 aufweisen, während die letzte Anwendung vor bis zu 3 Jahren einen nicht signifikanten OR von 2,36 ergibt. Bei einer letzten Anwendung von 3-10 Jahren ist keine Assoziation erkennbar (Tabelle 4.10.2, Abbildung 4.10.2).

Probanden, die schmutzige Arbeitskleidung in die Wohnung bringen, haben ein leicht erhöhtes Odds-Ratio. Und der Verzehr von Müsli und Flocken ist tendenziell mit einem 2-fach höherem relativen Risiko verbunden.[15]

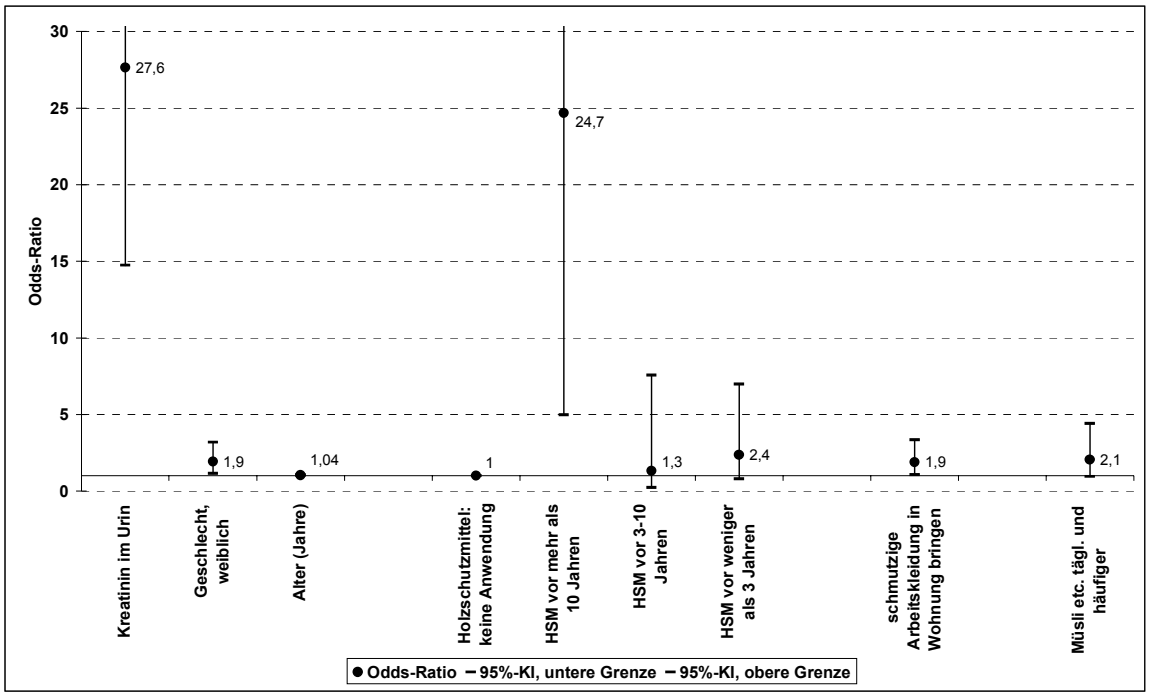
[15] Probanden, die eine tägliche Alkoholmenge über 30 Gramm aufnehmen, haben in der Tendenz höhere Werte (OR 2,7, p=0,051), jedoch nur unter Kontrolle eines Alkoholkonsums unter 30 Gramm pro Tag. Hierbei zeichnet sich ein dosisabhängiger Zusammenhang zu 2,3,4,6-Tetrachlorphenol ab.

Tabelle 4.10.2: Logistisches Abschlussmodell von 2,3,4,6-Tetrachlorphenol: unter der Bestimmungsgrenze (BG) versus oberes Tertil

2,3,4,6-Tetrachlorphenol: n=519, < BG n =301, oberes Tertil n=218	**FG**	**n**	**p**	**OR**	**95% Konfidenz-intervall für OR**	
Prädiktoren					**Unten**	**Oben**
Konstante	1		,000	,029		
Kreatinin im Urin (g/l), logarithmiert	1		,000	27,643	14,744	51,827
Geschlecht weiblich (Referenz: männlich)	1	246	,011	1,922	1,159	3,189
Alter in vollendeten Jahren	1		,000	1,039	1,019	1,059
Holschutzmittel, 4stufig Referenz: keine Anwendung	3	466	,001			
Anwendung vor >10 Jahren	1	19	,000	24,678	4,977	122,358
Anwendung vor 3-10 Jahren	1	12	,753	1,323	,231	7,563
Anwendung vor<3 Jahren	1	22	,121	2,360	,796	6,992
mit Schmutz an Arbeitskleidung in Wohnung kommen, Befragter (ja, Referenz: nein)	1	108	,029	1,891	1,066	3,354
Flocken, Müsli etc. tägl. und häufiger (Referenz: seltener)	1	55	,067	2,050	,951	4,419

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998.

Abbildung 4.10.2: Einflussgrößen für 2,3,4,6-Tetrachlorphenol im Urin (Odds-Ratios und 95%-Konfidenzintervalle)



Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998.

4.10.2 Logistische Modelle von 2,3,4,6-Tetrachlorphenol nach alten und neuen Bundesländern

Stratifiziert nach Wohnort West- und Ostdeutschland sind nur wenige Variablen relevant für eine höhere Konzentration von 2,3,4,6-Tetrachlorphenol.

Das Abschlussmodell für Probanden in den alten Ländern enthält sechs Variablen (n=409 Erwachsene). Frauen und ältere Probanden befinden sich signifikant häufiger im oberen Tertil der Verteilung (ORs 1,87, KI 1,08-3,25 und 1,033 pro Altersjahr, KI 1,01-1,06). Darüber hinaus sind nur die Anwendung von Holzschutzmitteln vor mehr als 10 Jahren und vor bis zu 3 Jahren statistisch signifikant (ORs 22,3, KI 4,31-115,53 und 5,5, KI 1,09-27,47). Tendenziell sind die Nutzung von Pflanzenschutzmitteln in der Wohnung (OR 1,87, p=0,093, KI 0,90-3,88) und der mehrmals tägliche Verzehr von Müsli oder Flocken (OR 2,5, p=0,053, KI0,99-6,30) mit höheren Risiken verbunden.

Das Abschlussmodell für die neuen Länder schließt drei statistisch relevante Variablen ein (n=107, davon im oberen Tertil n=45 Probanden). Neben den höheren Kreatininwerten bei Probanden im oberen Tertil (OR 63,7, KI 12,32-331,9) gehören in den neuen Ländern lebende ältere Probanden (OR 1,04 pro Jahr oder 40% pro 10 Jahre, p=0,077, KI 0,99-1,09) und als Reinigungskräfte Tätige (OR 11,5, p=0,080, KI-0,75-178,5, n=3) tendenziell häufiger dem oberen Tertil der Tetrachlorphenolverteilung an.

4.10.3 Logistische Modelle von 2,3,4,6-Tetrachlorphenol nach Geschlecht

Im abschließenden Modell für die Männer (n=274, oberes Tertil n=128) sind vier statistisch signifikante Prädiktoren enthalten, die Kreatininkonzentration, das Alter, die Anwendung von Holzschutzmitteln (nicht zeitabhängig, sondern ja/nein, OR 6,0, KI 2,11-17,27, n=32) sowie das Nachhausebringen von schmutziger Arbeitskleidung (OR 2,76, KI 1,42-5,39, n=85).

Das Abschlussmodell für die Frauen enthält sieben Variablen (n=225, davon n=82 im oberen Tertil). Wiederum sind der Kreatiningehalt und die Anwendung von Holzschutzmitteln (OR 3,4, p=0,090, KI 0,84-14,12, n=23) statistisch bedeutsam. Außerdem sind weitere Prädiktoren relevant. Die Anwendung von Bioziden zur Tierpflege ist statistisch signifi-

kant (OR 4,5, 95%KI 1,6-12,7, p=0,004, n=39), wobei die Zeit seit letzter Anwendung keine Rolle spielt (alle Stufen mit höheren Odds-Ratios, jedoch statistisch nicht gesichert). Weiterer signifikanter Prädiktor ist die Zeit seit letzter Anwendung von Bioziden zum Textilschutz. Frauen, die diese vor weniger als 6 Monaten benutzten, haben einen deutlich höheren Odds-Ratio (OR 16,1, 95%KI 3,02-85,9, p=0,001, n=12). Der tägliche Verzehr von Getreideprodukten ist mit einem 3,5-fach höherem Risiko verbunden (95%KI 1,18-10,2, p=0,023, n=36). Die Tätigkeit als Reinigungskraft hat tendenziell ein 5,4-fach höheres Risiko (95%KI 0,91-32,6, p=0,064, n=7). In dieser Analyse ist die Jahreszeit der Urinprobennahme ein signifikanter Prädiktor. Frauen, die ihren Urin während der warmen Jahreszeit von Mai bis September abgaben, haben ein erhöhtes Odds-Ratio von 3,2 (95%KI 1,4-7,5, p=0,006, n=84).

4.10.4 Diskussion von 2,3,4,6-Tetrachlorphenol

Mit dem logistischen Modell konnte gezeigt werden, dass ein wichtiger Eintragspfad für 2,3,4,6-Tetrachlorphenol derzeit noch eine Holzschutzmittelexposition sein kann. Insbesondere die Anwendung vor mehr als 10 Jahren ist mit einem Risiko für eine nachweisbare 2,3,4,6-Tetrachlorphenol-Ausscheidung über den Urin verbunden. Die damals verwendeten Produkte stammen noch aus der Zeit vor der Pentachlorphenolverbotsverordnung (1989) und enthielten vermutlich größere Mengen dieses Chlorphenols.

Vor allem bei Frauen ließen sich weitere Belastungspfade identifizieren, wie die Anwendung von Bioziden im Haushalt, der häufige Verzehr von Getreideprodukten und die warme Jahreszeit bei Probennahme. Letzteres könnte ein Indiz für eine vermehrte Ausgasung vorhandener Pestizide bei höheren Temperaturen und gleichzeitig längeren Aufenthaltszeiten im Haus (im Vergleich zu Männern) sein.

4.11 Pentachlorphenol im Morgenurin

Das bekannteste Chlorphenol ist das Pentachlorphenol. Trotz Anwendungs- und Herstellungsverbot hat es nach wie vor Bedeutung wegen seiner weiten Verbreitung durch bereits aufgetragene Holzschutzmittel und Verwendung als Fungizid in einer Vielzahl von Produkten der Textil- und Lederindustrie.

Ein Viertel der Werte liegt unter der Bestimmungsgrenze von 0,6 µg/L. Das 95. Perzentil ist mit 5,37 µg/L nur etwa halb so hoch wie der Wert einer deutschen Stichprobe von 1992 (Angerer et al. 1992) und ca. 75% unter dem von der HBM-Komission ermittelten Referenzwert von 8 µg/L (Krause 2000). Der derzeitige Referenzwert für die auf Kreatinin bezogene PCP-Konzentration liegt doppelt so hoch wie das 95. Perzentil der vorliegenden Stichprobe (6 µg/g Kreatinin). Die HBM I- (>20 µg/g bzw. >25 µg/L) und HBM II-Werte (>30 µg/g bzw. >40 µg/L) werden in keiner Probe erreicht.

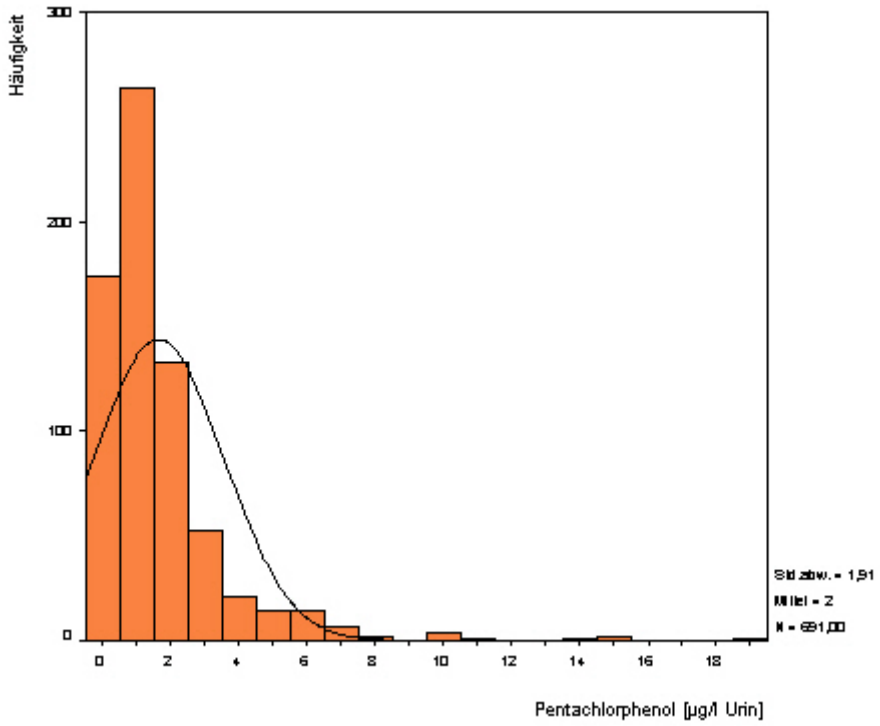
Die empirische Verteilung der PCP-Konzentrationen im Urin ist stark rechtsschief (Tabelle 4.11.1, Abbildung 4.11.1).

Tabelle 4.11.1: Verteilung von Pentachlorphenol im Urin (ungewichtete Daten)

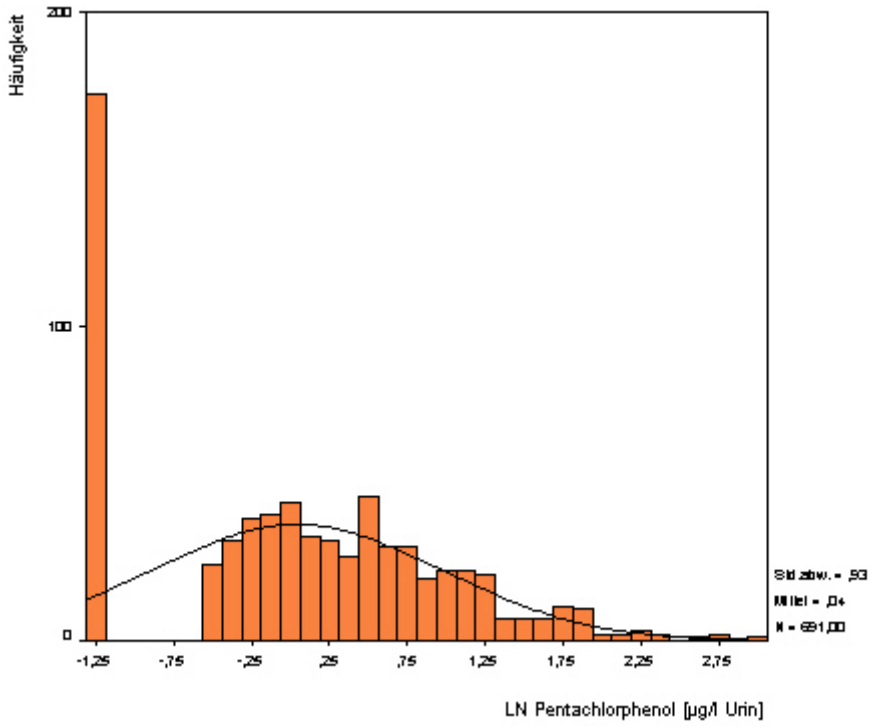
N=691	<BG	AM	STD	GM	KI GM	Min	P25	P50	P75	P95	Max
PCP (µg/L)	n=174 25,1%	1,63	1,91	1,04	0,97-1,12	<0,6	<0,6	1,03	1,95	5,37	19,1
PCP/Kreatinin (µg/g)		1,23	1,19	0,83	0,78-0,88	0,10	0,5	0,82	1,34	3,04	16,8

Anmerkungen: <BG= unter Bestimmungsgrenze, AM= arithmetisches Mittel, STD = Standardabweichung, GM = geometrisches Mittel, KI GM = Konfidenzintervall des geometrischen Mittelwertes, P25, P50, P75, P95 = 25., 50., 75., 95. Perzentil, Min= Minimaler Wert, Max = Maximaler Wert.
Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998.

Abbildung 4.11.1: Pentachlorphenol (original und logarithmiert)



PCP logarithmiert



Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998.

4.11.1 Lineare Regressionsmodelle von Pentachlorphenol im Urin

Die empirische Verteilung der Zielgröße PCP im Urin lässt sich auch mit Transformationsmethoden nicht vollständig an eine Normalverteilung anpassen, da ca. ein Viertel der Messungen die Bestimmungsgrenze nicht überschreiten. Da der zentrale Bereich der Verteilung nach logarithmischer Transformation eine gute Normalverteilungsanpassung zeigt, soll gleichwohl ein lineares Regressionsmodell berechnet werden. Eine lineare Regression lässt sich sowohl mit der volumenbezogenen als auch mit der auf Kreatinin bezogenen Zielvariablen vertreten. Um systematische Fehler auszuschließen, muss der Verteilung der Residuen (nicht vorhergesagter Teil der Varianz) besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden. Die Abweichungen der Residuen von der Normalverteilung sind minimal (Abbildung 9.12.1 im Anhang).

Die PCP-Konzentration mit Kreatininbezug ist mit Kreatinin praktisch nicht korreliert (r= -0,04). Die reduzierten Modelle der volumen- und kreatininbezogenen Variablen weisen die gleiche Prädiktorenstruktur auf. Hier werden nur die Ergebnisse der logarithmierten volumenbezogenen PCP-Konzentration vorgestellt.

Das lineare Eingangsmodell ist im Anhang dargestellt (Tabelle 9.12.1 im Anhang).

Das abschließende Modell enthält 7 Variablen, die gemeinsam rund 38% der Varianz erklären (n= 629 Erwachsene, Tabellen 4.11.2 und im Anhang Tabelle 9.12.2, Abbildung 4.11.2). Die Kreatininkonzentration erklärt den größten Beitrag der Varianz (36%). Eine Verdopplung des Kreatiningehaltes resultiert in einer knapp 100%igen relativen Zunahme des PCP-Gehaltes im Urin. Es folgen Indikatoren für das Leben im Ausland 1988 und das Wohnen in den neuen Ländern, mit durchschnittlich geringeren PCP-Werten. Die logarithmierte Zigarettenzahl weist ebenfalls einen verringernden Zusammenhang auf. Eine Erhöhung der PCP-Werte zeigt sich statistisch signifikant bei Frauen, mit der Anwendung von Holzschutzmitteln, und beim Verzehr von Fisch vor der Urinabgabe. Tendenziell von Bedeutung ist noch das Alter für höhere PCP-Werte (p=0,06).

In Tabelle 4.11.2 sind zusätzlich die erklärten Varianzanteile der einzelnen Komponenten und die auf den Parameterschätzungen basierenden prozentualen Veränderungen der PCP-Gehalte im Urin bei Zu- bzw. Abnahme um eine Einheit dargestellt.

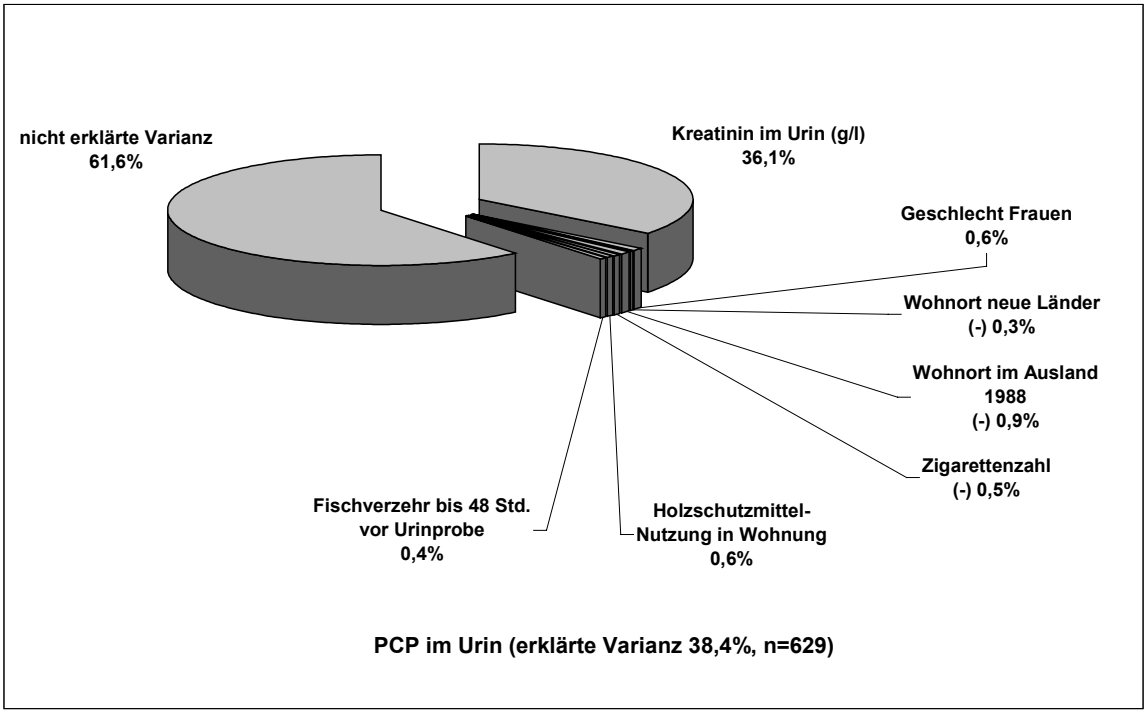
Mit Ausnahme von Kreatinin und Geschlecht bestehen keine nennenswerten Korrelationen zwischen den Prädiktoren (Tabelle 9.12.3 im Anhang).

Tabelle 4.11.2: Lineares Abschlussmodell von Pentachlorphenol (Volumenbezug)

n=629, FG=7, R^2 = 38,4%	**Nicht standardisierte Koeffizienten**	**Standardfehler**	**Standardisierte Koeffizienten**	**Sign.**	**Kollinearitätsstatistik**	**erklärter Varianzanteil (%)**	**relative Veränderung (%)**
Prädiktoren	**B**		**Beta**	**p**	**Toleranz**	**Beta*r**	**exp(B)**
Konstante	-,208	,055		,000			
Kreatinin im Urin (g/l), logarithmiert	,984	,053	,610	,000	,932	36,11	167,5%
Geschlecht weiblich (Referenz: männlich)	,127	,062	,067	,040	,925	0,61	13,5%
Wohnort neue Länder (Referenz alte Länder)	-,146	,074	-,063	,049	,980	0,35	-13,6%
Wohnort im Ausland 1988 (Referenz: in Deutschland)	-,518	,159	-,104	,001	,987	0,91	-40,0%
Rauchen ln (Zigarettenzahl + 1), alle Probanden	-,055	,023	-,075	,018	,996	0,55	-0,5%
Holzschutzmittel Nutzung in Wohnung (Referenz: nein)	,204	,092	,070	,026	,991	0,63	22,6%
Fischverzehr bis 48 Std. vor Urinprobe (Referenz: nein)	,171	,082	,066	,038	,986	0,42	18,7%
	R 0,620		R-Quadrat 0,384		Korrigiertes R-Quadrat 0,377		

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998.

Abbildung 4.11.2: Einflussgrößen für Pentachlorphenol im Urin (7 Varianzkomponenten des linearen Abschlussmodells)



Anmerkungen: (-) zeigt einen inversen Zusammenhang zur Zielgröße
Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998.

Das Abschlussmodell mit der auf Kreatinin bezogenen PCP-Konzentration im Urin erklärt nur 5,8% der Varianz, wobei zusätzlich Reinigungskräfte tendenziell höhere PCP-Werte aufweisen (p=0,089).

4.11.2 Lineare Modelle von Pentachlorphenol nach alten und neuen Bundesländern

Die nach alten und neuen Bundesländern getrennten Modelle für die volumenbezogenen PCP-Gehalte liefern wenig zusätzliche Informationen. Kreatinin bleibt als normierende Größe der stärkste Einflussfaktor in beiden Modellen.

Erwachsene in den alten Bundesländern haben signifikant höhere PCP-Werte, wenn Holzschutzmittel in der Wohnung benutzt wurden und geringere Werte, wenn sie 1988 im Ausland lebten. Frauen und ältere Erwachsen sind höher mit PCP belastet als Männer und jüngere Probanden. Der Verzehr von Fisch vor der Urinprobennahme ist marginal mit höhe-

ren PCP-Werten verbunden (p=0,099). Die Zahl der Zigaretten ist für die Erwachsenen in den alten Bundesländern kein Einflussfaktor des Uringehalts an PCP.

Bei den Erwachsenen in den neuen Bundesländern zeigt sich, dass Raucher mit steigender Zahl an Zigaretten signifikant geringere Mengen PCP ausscheiden als Nichtraucher (p=0,039) und Reinigungskräfte tendenziell höher belastet sind (p=0,070).

4.11.3 Lineare Modelle von Pentachlorphenol nach Geschlecht

Das Abschlussmodell für die männlichen Teilnehmer (n=349) enthält neben der Kreatininkonzentration nur zwei signifikante Prädiktoren (R^2=33,5%). Eine vegetarische Lebensweise (p=0,001) und der Fischverzehr vor der Urinprobennahme (p=0,006) erhöht die PCP-Werte im Urin bei Männern.

Bei Frauen sind eine Reihe weiterer Prädiktoren bedeutsam. Das Abschlussmodell enthält neun Variablen (n=300, R^2 =48,3%). Jüngere Frauen, Frauen in den neuen Bundesländern, Frauen, die 1988 im Ausland gelebt haben sowie Raucherinnen haben statistisch signifikant geringere PCP-Konzentrationen. Durchschnittlich höhere PCP-Werte werden von Frauen erreicht, die angeben, dass in der Wohnung Holzschutzmittel eingesetzt wurden (p=0,070), außerdem von Frauen, die Biozide zur Tierpflege angewendet haben (Zeit seit letzter Nutzung 4-stufig p=0,033). Frauen, die jeweils einmal pro Woche und häufiger Geräuchertes (p=0,014) und Gemüse-Konserven (p=0,004) essen, haben ebenfalls höhere PCP-Werte.

4.11.4 Logistische Modelle von Pentachlorphenol im Urin

Um die Einflussfaktoren für die Ausscheidung von Pentachlorphenol im Urin mit den übrigen Chlorphenolverbindungen vergleichen zu können, wird an dieser Stelle noch das logistische Abschlussmodell besprochen. Gleichzeitig wird dem hohen Anteil von Messungen unter der Bestimmungsgrenze (25%) hiermit Rechnung getragen.

Für die Analyse mittels logistischer Regression wurde das untere (0,01 bis 0,73 µg/L) mit dem oberen Tertil (1,62-19,1 µg/L) von Pentachlorphenol verglichen. Das abschließende Modell enthält sieben Variablen (n=436 Probanden, davon 218 im oberen Tertil). Die Ergebnisse fal-

len ähnlich aus wie in linearer Regressionsanalyse, jedoch verbleiben weder das Rauchen noch der Fischverzehr im Modell, stattdessen wird der tägliche Kaffeekonsum statistisch tendenziell bedeutsam (p=0,097, Tabelle 9.12.4 im Anhang).

Aufgrund der Tatsache, dass der PCP-Problematik in der Vergangenheit große Relevanz beigemessen wurde, werden die Ergebnisse der Untergruppenanalysen kurz erwähnt.

In den logistischen Modellen erweist sich in den alten Bundesländern die Nutzung von Holzschutzmitteln als statistisch signifikant für höhere PCP-Werte. In Osteuropa geborene Probanden, die in den alten Bundesländern leben, haben geringere PCP-Konzentrationen. In den neuen Bundesländern ist das Rauchen ein statistisch tendenzieller Prädiktor für die Zugehörigkeit zum unteren Tertil der PCP-Konzentration.

In nach dem Geschlecht getrennten Modellen zeigt sich bei Frauen statistisch signifikant der häufigere Verzehr von Konserven und der tägliche Kaffeekonsum mit einem jeweils höheren sowie das Rauchen mit einem geringeren Odds-Ratio für das obere Tertil von PCP. Bei Männern hingegen ist die Nutzung von Holzschutzmitteln statistisch signifikant und der tägliche Gemüseverzehr tendenziell mit höheren Odds-Ratios verbunden.

4.11.5 Ausscheidung von Pentachlorphenol im Morgenurin in der Gruppe mit Bestimmung von Pentachlorphenol im Hausstaub

Eine Analyse von Pentachlorphenol im Hausstaub (Staubsaugerbeutelinhalt, 2mm-Fraktion) ist bei 544 Probanden mit Chlorphenolbestimmungen im Urin durchgeführt worden (Becker et al. 2003). Rund 70% der PCP-Werte in der 2mm-Fraktion lagen über der Bestimmungsgrenze von 0,1 mg/kg (Tabelle 4.11.3, Abbildung 4.11.3).

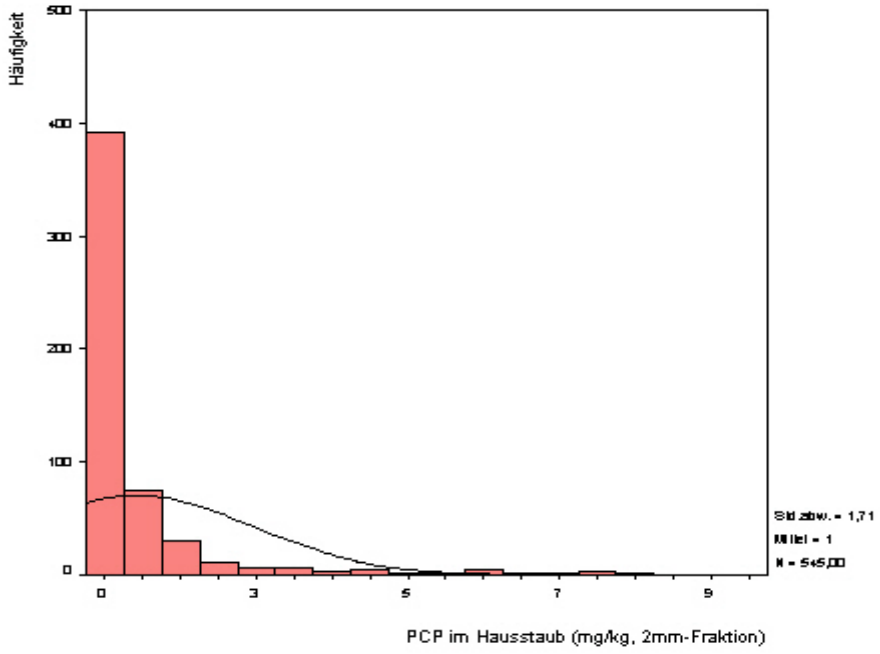
Tabelle 4.11.3: Verteilung von Pentachlorphenol im Hausstaub (Staubsaugerbeutel)

	n	<BG	AM	STD	P5	P25	Med	P75	P90	P95	Max
PCP (2mm-Fraktion, mg/kg)	545	n=166 30,5%	0,74	1,71	<0,1	<0,1	0,22	0,65	1,58	3,22	17,3

Anmerkungen: <BG= unter Bestimmungsgrenze, AM= arithmetisches Mittel, STD = Standardabweichung, P5, P25, P50, P75, P90, P95 = 5., 25., 50., 75., 90., 95. Perzentil, Max = Maximaler Wert
Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998.

Die bivariate Rangkorrelation von Pentachlorphenol im Hausstaub und im Urin beträgt mit der volumenbezogenen Urinkonzentration r_s=0,12 und mit der kreatininbezogenen Urinkonzentration r_s=0,22.

Abbildung 4.11.3: Pentachlorphenol im Hausstaub (mg/kg, n=545)



Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998.

Für die multivariate Analyse der PCP-Ausscheidung im Urin wurde als Prädiktor die logarithmierte PCP-Konzentration im Hausstaub in das abschließende Modell (Abschnitt 4.11.1) eingeführt. Das Modell analysiert Daten von 506 Erwachsenen mit vollständigen Angaben. Der Rauchstatus und das Alter haben in dieser Untergruppe statistisch keine Bedeutung unter Kontrolle von PCP im Hausstaub und wurden nicht in das Modell aufgenommen. Die Zielgröße ist annähernd an eine Normalverteilung angepasst.

Im abschließenden Modell mit sieben Variablen beträgt die erklärte Varianz 39,9% und das korrigierte R^2 39,1% (Tabelle 4.11.4 und im Anhang Tabelle 9.12.5). Gegenüber dem Modell ohne PCP im Hausstaub bedeutet dies einen Zuwachs von etwas mehr als einem Prozent.

PCP im Hausstaub ist ein statistisch signifikanter Einflussfaktor für die PCP-Ausscheidung im Urin. Bei Verdopplung der Haussstaubkonzentration an PCP resultiert

eine 7,5%ige Erhöhung des PCP-Gehaltes im Urin (Abbildung 4.11.4). Abgesehen vom Zigarettenkonsum, der in diesem Modell nicht mehr mit PCP assoziiert ist, sind die gleichen Prädiktoren signifikant wie im linearen Modell ohne Hausstaub. Die Verwendung von Holzschutzmitteln ist nur noch tendenziell von Bedeutung (p=0, 054). Bivariat besteht keine Assoziation zwischen diesen Variablen (r_s=0,067).[16]

Tabelle 4.11.4: Lineares Modell von Pentachlorphenol (Volumenbezug, logarithmiert) in der Untergruppe mit PCP im Hausstaub

Pentachlorphenol [µg/l Urin] n=506 FG=7	**Nicht standardisierte Koeffizienten**	**Standardfehler**	**Standardisierte Koeffizienten**	**Signifikanz**	**Varianzkomponenten in %**
Prädiktoren	**B**		**Beta**	**p**	**Beta * r*100**
(Konstante)	-,132	,061		,032	
Kreatinin im Morgenurin (g/l), logarithmiert	1,012	,060	,607	,000	35,54
PCP im Hausstaub (mg/kg, 2mm-Fraktion, logarithmiert)	,105	,024	,158	,000	1,78
Geschlecht weiblich (Referenz: männlich)	,158	,067	,084	,019	0,47
Wohnort neue Länder (Referenz: alte Länder)	-,171	,084	-,073	,042	0,90
Wohnort im Ausland 1988 (Referenz: in Deutschland)	-,480	,172	-,098	,005	0,90
Holzschutzmittel-Nutzung in Wohnung (Referenz: nein)	,191	,099	,067	,054	0,68
Fischverzehr bis 48 Std. vor Urinprobe (Referenz: nein)	,205	,091	,079	,024	0,68
R 0,632	R-Quadrat 0,399		Korrigiertes R-Quadrat 0,391		

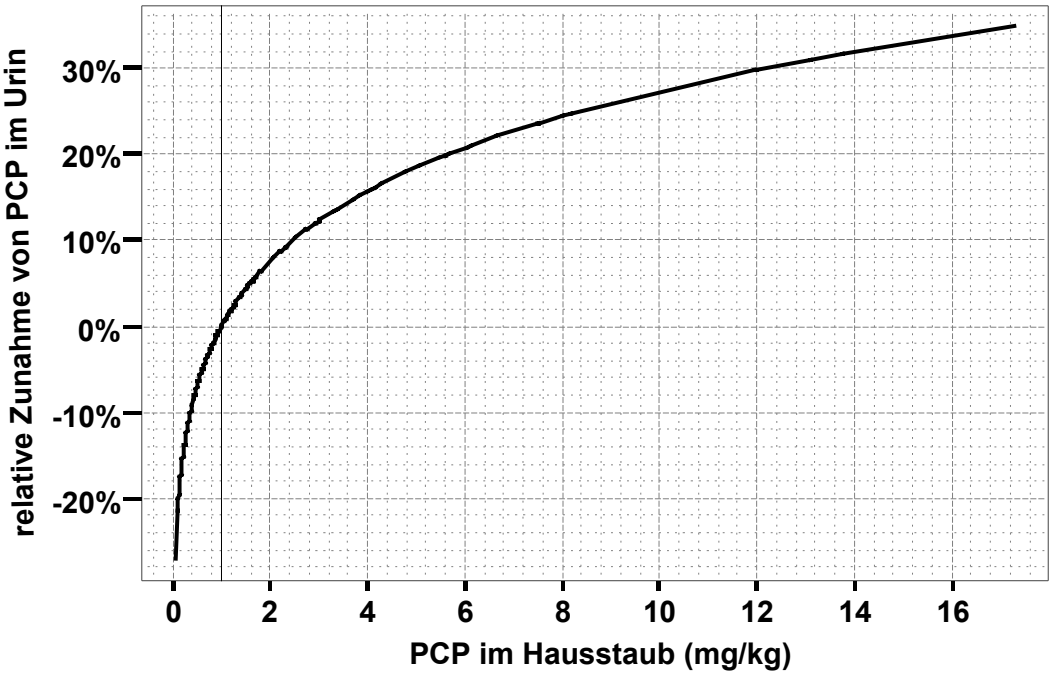
Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998.

Um den identifizierten Einfluss der PCP-Hausstaubkonzentration auf PCP im Urin zu überprüfen, wurde schließlich noch ein logistisches Modell berechnet (Tabelle 9.12.6 im Anhang). Für die logistische Regression mit Tertilen der PCP-Urinkonzentration wurde das reduzierte Modell mit der PCP-Konzentration im Hausstaub als zusätzlicher Prädiktor verwendet. In die Analyse wurden 343 Erwachsene einbezogen.

[16] Nur bei Probanden mit einer langen (Nach-)Expositionszeit von mehr als 9 Jahren seit HSM-Anwendung sind höhere PCP-Werte im Hausstaub nachweisbar (geometrische Mittelwerte für PCP im Hausstaub bei Exposition 0,49 mg/kg vs. 0,23 mg/kg in der Gesamtgruppe der Probanden), jedoch ist der Prädiktor statistisch nicht gesichert.

Auffällig ist ein hohes Odds-Ratio von 63 für die logarithmierte Kreatininkonzentration, d.h. bei Zunahme der logarithmierten Kreatininkonzentration um ein Einheit steigt die Möglichkeit, dem oberen Tertil anzugehören, um das 63-fache. Demgegenüber sind die übrigen Prädiktoren untergeordnet. Die Hausstaubkonzentration an PCP ist aber auch in diesem Modell ein signifikanter Prädiktor; bei Zunahme der logarithmierten PCP-Hausstaubkonzentration um eine Einheit erhöht sich das Odds-Ratio dem oberen Tertil der PCP-Ausscheidung im Urin anzugehören um 1,5.

Abbildung 4.11.4: Relative Zunahme von PCP im Urin mit PCP im Hausstaub



Anmerkungen: Geschätzte Zunahme unter Kontrolle von Kreatinin, Geschlecht, Wohnort neue Bundesländer, Wohnort im Ausland, Holzschutzmittel und Fischverzehr vor der Urinprobe.
Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998.

Mit Ausnahme des Fischverzehrs vor der Urinprobennahme sind die gleichen Variablen von Bedeutung wie im linearen Modell. Darüber hinaus ist ein täglicher Kaffeekonsum mit einem 2,3-fach höheren Odds-Ratio verbunden. Die Expositionsquelle und der mögliche Mechanismus sind unklar.

4.11.6 Diskussion von Pentachlorphenol im Urin

PCP wurde bei 75% der Probanden im Urin nachgewiesen, obgleich die Belastungshöhe im Vergleich zu früheren Umwelt-Surveys abgenommen hat (Schulz et al. 2002). Neben dem Einfluss der Kreatininkonzentration (zunehmende PCP-Werte), haben Frauen höhere PCP-Gehalte im Urin. Ein höheres Alter ist für PCP im Morgenurin nur tendenziell prädiktiv. Es ist unklar, ob diese Beziehungen auf Kovarianzen zum Kreatinin beruhen.

Die Anwendung von Holzschutzmitteln ist ein unabhängiger Prädiktor. PCP wurde vor dem Verbot (1989) als Holzschutzmittel überwiegend in der alten Bundesrepublik benutzt. Regionale Unterschiede zeigen sich in der Ausscheidung von PCP im Urin zwischen Bewohnern der alten und neuen Bundesländer dahingehend, dass Probanden im alten Bundesgebiet höhere Werte aufweisen. Auch Personen, die 1988 im Ausland lebten, haben geringere PCP-Werte als Probanden, die zu jener Zeit hier wohnten. In den neuen Bundesländern war nur der Indikator für „als Reinigungskräfte Tätige“ tendenziell mit höheren PCP-Werten assoziiert.

Von den Ernährungsvariablen erwies sich der Fischverzehr in den letzten 48 Std. vor der Urinprobe als Prädiktor für höhere PCP-Gehalte im Urin, besonders bei Männern. In dieser Untergruppe hatten auch Vegetarier höhere PCP-Werte.

Die Struktur der wenigen Einflussvariablen weist darauf hin, dass PCP vermutlich kaum über spezifische Nahrungsmittel aufgenommen wird, sondern die inhalative Aufnahme über den Holzschutzmittelpfad noch immer dominiert. Eine Ausnahme stellt eventuell der Fischverzehr dar.

Die Hausstaubkonzentration an PCP ist in der entsprechenden Untergruppe signifikant mit der PCP-Ausscheidung im Urin assoziiert.

Abgesehen von den beschriebenen Zusammenhängen ist die Anzahl gerauchter Zigaretten pro Tag mit abnehmenden PCP-Konzentrationen verbunden, insbesondere in den neuen Bundesländern. Möglich ist, dass aufgenommenes PCP bei Rauchern schneller metabolisiert und ausgeschieden wird, wie es für Dioxine beschrieben ist (Flesch-Janys et al. 1996).

5 Überblick über Ergebnisse der Chlorphenole im Morgenurin

Chlorphenole wurden aufgrund ihrer keimtötenden, insektiztiden und antimykotischen Wirkung industriell produziert und vielfältig in der Industrie (Holzverarbeitung, Leder-, Textil- und chemischer Industrie), in Haushalt und Landwirtschaft eingesetzt. Sie können reaktiv bei der Desinfektion von Trink- und Schwimmwasser entstehen oder im menschlichen Körper bei der Metabolisierung von Chlorbenzolen, chlorierten Phenoxyessigsäuren und anderen Organochlorverbindungen wie HCB und HCH gebildet werden. Chlorphenole wurden im Abwasser industrieller Anlagen und im Sickerwasser von Mülldeponien (Grundwasser) gefunden.

Im Umwelt-Survey 1998 wurden bei 692 Erwachsenen im Alter von 18-69 Jahren neun Chlorphenolverbindungen in vollständigen Morgenurinproben bestimmt. Gemeinsam mit den in Fragebögen erhobenen Daten zu Lebensumständen, Wohnbedingungen und Ernährungsgewohnheiten bestand erstmals die Möglichkeit in einer repräsentativen Bevölkerungsstichprobe der Bundesrepublik die Höhe der derzeitigen Belastung und mögliche Aufnahmepfade, d.h. Bedingungen, die zu einer höheren Schadstoffaufnahme führen, zu untersuchen.

Mittels linearer und logistischer Regressionsanalysen wurden vornehmlich hypothesengeleitet bedeutsame Einflussvariablen identifiziert. Dabei gibt die lineare Regression an, ob eine erklärende Variable mit durchschnittlich höheren oder geringeren Chlorphenolgehalten assoziiert ist, während die logistische Regression eine Aussage darüber erlaubt, ob bei gegebenen Expositions-Bedingungen das Risiko für höhere Chlorgehalte gegenüber der jeweiligen Referenzgruppe zu- oder abnimmt. Waren die Zielgrößen sehr schief verteilt oder lag der größte Teil der gemessenen Werte unter der Bestimmungsgrenze, konnte nur eine logistische Regression berechnet werden. Bei einigen Chlorphenolen konnte zusätzlich oder ausschließlich das lineare Modell methodisch angemessen angewandt werden, da entweder eine Normalverteilung annähernd erreicht wurde oder aufgrund großer Stichprobenumfänge von einer ausreichenden Robustheit der identifizierten Zusammenhänge ausgegangen werden konnte.

Tabelle 5 fasst die Ergebnisse zusammen und zeigt für jede Chlorphenolverbindung die identifizierten und statistisch bedeutsamen Einflussvariablen (Irrtumswahrscheinlichkeit $p<0,1$ = tendenziell; $p<0,05$ = signifikant). Auf die Darstellung nicht bedeutsamer Prädiktoren wird verzichtet.

Biologische Kovariablen:

Die Gehalte aller Chlorphenolverbindungen im Morgenurin sind stark von der **Kreatinin**-Konzentration abhängig. Mit zunehmendem Kreatiningehalt nimmt die Konzentration der Chlorphenole im Urin zu.

Geschlecht: Frauen haben, nach Adjustierung für Kreatinin und Alter, in der Regel höhere Chlorphenol-Konzentrationen als Männer. Bei 2,5- und 2,6-Dichlorphenol zeigt sich kein Zusammenhang zum Geschlecht.

Ein **Altersgang** (Zunahme mit dem Alter) ist bei sechs der neun Verbindungen erkennbar, mit Ausnahme von 2,5-, 2,6-Dichlorphenol und 2,3,4-Trichlorphenol.

Der **Body-Mass-Index** ist weniger deutlich mit den Chlorphenolen assoziiert. Probanden mit höherem BMI haben einerseits höhere 2,5- und 2,6-Dichlorphenolgehalte und andererseits geringere Gehalte an 2,4,5-Trichlorphenol (auch in einem linearen Modell von 2,4,6-Trichlorphenol).

Gewichtsveränderungen in den letzten drei Jahren spielen eine untergeordnete Rolle für Chlorphenole im Urin. Während eine Gewichtszunahme mit höheren Werten von 2,4-Chlorphenol und in den alten Bundesländern von 2,6-Dichlorphenol assoziiert ist, ist eine Gewichtsreduktion bei männlichen Probanden mit höheren 2,4,6-Trichlorphenol-Werten verbunden. Auch Probanden, die **körperlich anstrengende Tätigkeiten** (mehr als2 Std./Woche) ausüben, haben tendenziell höhere 2,4,6-Trichlorphenol-Gehalte.

Demographie und Wohnort:

Die **soziale Schicht** hat kaum eine Bedeutung für die Chlorphenolausscheidung. Einzig beim 2,4,6-Trichlorphenol besteht eine positive Beziehung zwischen der Zugehörigkeit zur Oberschicht und der Höhe des Chlorphenolgehaltes im Urin.

Probanden mit einem **Wohnort in den neuen Bundesländern** haben gegenüber Probanden in den alten Bundesländern in der Tendenz höhere Gehalte bei den niedrigchlorierten Phenolen und geringere Konzentrationen bei 2,3,4-Trichlorphenol und Pentachlorphenol. In stratifizierten Modellen für Frauen werden die Ost-West-Unterschiede zum Teil deutlicher (2,5-DiCP, 2,4,5-TriCP, PCP). Ehemalige DDR-Bewohner in den alten Bundesländern haben tendenziell geringere 2,5-DiCP- und tendenziell höhere 2,4-DiCP-Werte. Zu den übrigen Chlorphenolen bestehen keine Beziehungen.

Die **Staatsangehörigkeit** und früheres **Wohnen im Ausland** sind nur vereinzelt relevant für die Chlorphenolgehalte. Probanden, die auch eine andere als die deutsche Staatsbürgerschaft haben, weisen höhere 2,5-Dichlorphenolwerte auf. Probanden, die 1988 im Ausland wohnten, haben höhere Gehalte an 2,4,5- und 2,4,6-Trichlorphenol und geringere PCP-Gehalte im Urin. In Osteuropa geborene Probanden, die in den alten Bundesländern leben, haben gleichfalls seltener PCP-Werte im oberen Tertil.

Das **Wohnen in Blockbebauung ohne Grün** erklärt höhere 2,4,5- und 2,4,6-Trichlorphenolgehalte, ist bei den übrigen Chlorphenolen jedoch nicht relevant.

Keinen Einfluss hatte das Wohnen im **Ein-, Zweifamilien- oder Reihenhaus.**

Das Wohnen in **ländlichen Wohngebieten** ist, vor allem in den alten Bundesländern, mit niedrigeren Gehalten an 2,5-Di- und 2,4,6-Trichlorphenol verbunden.

Emittenten in Wohnungsnähe:

Von den erhobenen möglichen Emittenten am Wohnort geben nur wenige einen Hinweis auf mögliche Assoziationen zu den Chlorphenolen im Urin. So haben Frauen, die in der Umgebung eines **land- oder gartenwirtschaftlichen** Betriebes wohnen, häufiger einen Nachweis von 2,6-Dichlorphenol als andere Frauen. Eine Druckerei in Wohnungsnähe ist bei Probanden im oberen Tertil der 2,4-DiCP-Konzentration häufiger. Und Männer, die in der Nähe eines **holzverarbeitenden Betriebes oder Sägewerks** wohnen, haben tendenziell häufiger 2,4,6-Trichlorphenol-Werte im oberen Tertil.

Geruchsbelästigungen durch Betriebe am Wohnort sind für 2,4-DiCP und teilweise für 2,5-Dichlorphenol bedeutsam.

Lösungsmittelverarbeitende Betriebe (z.B. Lackiererei), Tankstellen und Reinigungen in Wohnungsnähe zeigen keine Assoziationen zu den Chlorphenolen im Urin.

Innenraumbelastungen:

Rauchen: Männliche Raucher befinden sich häufiger im oberen Tertil der Verteilung von 2,5-Dichlorphenol. Bei den höherchlorierten Phenolen 2,3,4-Trichlorphenol und Pentachlorphenol zeigt sich ein umgekehrter Zusammenhang mit dem Rauchstatus in der Gesamtgruppe und zum Teil bei Frauen. Im linearen Modell von PCP für die Gesamtgruppe und für die Probanden der neuen Bundesländer ist die logarithmierte Zigarettenzahl gegenüber dem Rauchstatus (ja/nein) der passendere Prädiktor. Je höher die Zahl der täglich gerauchten Zigaretten, desto niedriger ist die PCP-Ausscheidung.

Das **Nachhausebringen von schmutziger Arbeitskleidung** ist für häufigere Nachweise von 2,3,4,6-Tetrachlorphenol statistisch signifikant und für Nachweise von 2,6-Dichlorphenol tendenziell bedeutsam.

Probanden, die **mit Holz, Kohle oder Holzkohle** in Einzelöfen heizen, haben tendenziell höhere 2,4,5-Trichlorphenol-Konzentrationen. Bei Probanden in den neuen Bundesländern zeigen sich höhere 2,4,5- und 2,4,6-Trichlorphenol-Gehalte mit dem dezentralen Heizen.

Eine **Holzschutzmittelexposition** in der Wohnung ist mit höheren Gehalten an 2,4,5-Trichlorphenol, 2,3,4,6-Tetrachlorphenol und Pentachlorphenol verbunden. Wurden die Holzschutzmittel vor mehr als 10 Jahren aufgetragen, haben die Probanden häufiger einen Nachweis von 2,3,4,6-Tetrachlorphenol. In den alten Bundesländern ist auch die Nutzung von Holzschutzmitteln vor bis zu drei Jahren mit häufigeren Nachweisen von 2,3,4,6-Tetrachlorphenol assoziiert.

Die Anwendung von **Bioziden** für verschiedene Zwecke wurde in unterschiedlicher Weise erhoben (ja/nein; ja, regelmäßig/ja, unregelmäßig und die Zeit seit letzter An-

wendung in Monaten). Die Biozidnutzung für den Bautenschutz ist in keinem Modell ein gesicherter Prädiktor für die Chlorphenole.

Bei sechs der neun Chlorphenolverbindungen (4-MonoCP, 2,4-DiCP, 2,5-DiCP, 2,4,5-TriCP, 2,4,6-TriCP und Tetrachlorphenol) erweist sich die Anwendung von Bioziden zum **Textilschutz** oder die Zeit seit letzter Anwendung als signifikanter Prädiktor, in den Modellen für Frauen vorwiegend die Biozidnutzung vor weniger als 6 Monaten.

Biozide für den **Körperschutz** haben einen Einfluss auf die Höhe von einigen niedrigchlorierten Phenolen. Regelmäßige Anwender haben häufiger 2,4-DiCP-Konzentrationen im oberen Tertil und die Anwendung überhaupt (jemals) ist assoziiert häufigeren Nachweisen von 2,6-DiCP. In den neuen Bundesländern haben Probanden mit regelmäßiger Nutzung tendenziell höhere 2,5-DiCP-Werte. Die Zeit seit letzter Anwendung von Bioziden zum Körperschutz ist für die Chlorphenolausscheidung nicht relevant.

Insektizide sind bei regelmäßiger Anwendung ein signifikanter Prädiktor für 2,5-DiCP und bei Männern tendenziell auch für 2,4-DiCP. Im übrigen erweist sich die Anwendung von Insektiziden für Chlorphenole nicht als bedeutsam.

Biozidanwendungen zur **Tierpflege** sind dagegen für alle höherchlorierten Phenolgehalte prädiktiv, wobei die Assoziationen mit Trichlorphenolen in der Gesamtgruppe und teilweise in Untergruppen auftreten, während sie mit Tetra- und Pentachlorphenol nur im Modell der Frauen in Erscheinung tritt.

Die Anwendung von Bioziden zum **Vorratsschutz** ist in der Gesamtgruppe mit 2,4,5-Trichlorphenol und nur bei Frauen mit 2,4,6-Trichlorphenol assoziiert (letzte Anwendung vor weniger als 6 Monaten).

Biozide zum **Pflanzenschutz** haben praktisch keine Bedeutung für die Chlorphenolausscheidung. Einzige Ausnahme ist der Uringehalt an 2,3,4,6-Tetrachlorphenol. Probanden in den alten Ländern haben tendenziell häufiger einen Nachweis für 2,3,4,6-Tetrachlorphenol im Urin.

Eine im letzten Jahr vorgenommene **professionelle Schädlingsbekämpfung** spiegelt sich in den Chlorphenolgehalten nicht signifikant wider, allein beim 2,5-DiCP zeigt sich eine Tendenz zu höheren Werten.

Berufe:

Berufliche Expositionen wurden mit einem groben Raster anhand von Berufscodierungen überprüft (Statistisches Bundesamt 1993).

Krankenschwestern, Pfleger und medizinische Laboranten wurden wegen vermuteter Exposition gegenüber Desinfektionsmitteln zusammengefasst. In den neuen Bundesländern weisen sie tendenziell höhere 4-Monochlorphenol-, 2,5-DiCP- und 2,4,5-Trichlorphenolwerte auf.

Raumpflegerinnen und andere Reinigungskräfte haben bei allen höherchlorierten Phenolen höhere Gehalte, jedoch nicht überall statistisch signifikant. In den stratifizierten Modellen sind die Assoziationen häufig auf Frauen und Probanden in den neuen Bundesländern beschränkt.
Maler, Lackierer, Fliesenleger und Raumausstatter haben häufiger 2,3,4-Trichlorphenolwerte über der Bestimmungsgrenze. In den alten Bundesländern ist dieses Ergebnis statistisch signifikant.

Andere Berufe, wie z.B. in der Land- oder Gartenwirtschaft, in der Textil- und Lederverarbeitung oder in chemischer und Kunststoffindustrie, Drucker, Elektriker, im Straßenbau/verkehr oder bei der Müllabfuhr, haben keinen nachweislichen Einfluss auf die Chlorphenolausscheidung, möglicherweise wegen zu geringer Fallzahlen.

Ernährung:

Der **Fischverzehr** bis 48 Std. vor der Urinabgabe ist mit signifikant höheren Uringehalten an 2,4-DiCP und PCP verbunden. In den alten Bundesländern haben Erwachsene, die Fisch vor der Urinabgabe aßen, zusätzlich tendenziell häufiger Werte im oberen Tertil von 2,5-DiCP. In den Untergruppen nach Geschlecht haben Frauen tendenziell höhere 4-MonoCP- und Männer signifikant höhere 2,4,6-Trichlorphenol-Werte nach Fischkonsum.

Häufiger **Fischkonsum (mehrmals in der Woche)** ist mit einer Erhöhung der Gehalte von 2,5-DiCP und 2,4,6-TriCP verbunden. Tendenziell bestehen außerdem Zusammenhänge zum 2,4-Di-, 2,6-Di- (in den neuen Bundesländern) und 2,4,5-Trichlorphenol (bei Männern).

Der Verzehr von **Gegrilltem** (mehr als einmal/Monat) kommt bei Probanden im oberen Tertil von 2,4-DiCP häufiger vor.

In den alten Bundesländern ist der Konsum von **Geräuchertem** signifikant mit 4-MonoCP assoziiert. Bei Frauen sind mit häufigerem Verzehr von Geräuchertem PCP signifikant und 2,6-DiCP bzw. 2,4,5-Trichlorphenol tendenziell erhöht.

Häufiges **Fast-food** (**Pizza, Bratwurst, Döner etc.)** ist ein Prädiktor für 2,5-DiCP und in den alten Bundesländern für 2,4,6-Trichlorphenol.

Butter, mehrmals täglich verzehrt, ist mit häufigeren Nachweisen von 2,6-DiCP und bei Männern mit höheren 2,5-DiCP-Konzentrationen assoziiert.

Häufiger **Eierverzehr** ist nur mit vermehrten Nachweisen von 2,3,4-Trichlorphenol verbunden.
Der tägliche Konsum von **Wurst und/oder Fleisch** und **Milch und Milchgetränken** ist für die Chlorphenolausscheidung unbedeutend.

Vegetarier haben häufiger höhere 2,4,6-Trichlorphenolwerte und männliche Vegetarier auch höhere PCP-Werte. Des weiteren ist der **tägliche Gemüseverzehr** bei Männern prädiktiv für PCP. Bei Frauen ist der tägliche Gemüseverzehr mit höheren 2,4-DiCP-Werten verbunden. Täglicher Verzehr von **Rohkost und/oder Obst** ist in dieser Stichprobe nicht mit Chlorphenolen assoziiert. Der Verzehr von **Konservengemüse** ist mit häufigeren Nachweisen von 2,3,4-Trichlorphenol und bei Frauen mit höheren PCP-Gehalten korreliert.

Häufiger Konsum von **Müsli und anderen Getreideprodukten** ist bei sieben der neun Chlorphenolverbindungen mit höheren Werten assoziiert. Allerdings zeigen sich Zusammenhänge oft nur in Untergruppen: 4-MonoCP tendenziell erhöht in den alten Bundesländern, 2,4-DiCP bei Frauen, 2,5- und 2,6-DiCP in der Gesamtgruppe, 2,3,4-Trichlorphenol bei Männern und in den alten Bundesländern, 2,4,6-Trichlorphenol

tendenziell bei Frauen und in den alten Bundesländern, 2,3,4,6-Tetrachlorphenol bei Frauen und tendenziell in der Gesamtgruppe sowie in den alten Bundesländern. Die Gehalte von 2,4,5-Trichlorphenol und PCP hängen nicht mit dem Müsliverzehr zusammen.

Ein Zusammenhang zwischen der Menge an konsumierten **Leitungswasser** und Chlorphenolen zeigt sich statistisch signifikant ausschließlich beim 4-Monochlorphenol. Im Modell von 2,4,5-Trichlorphenol der männlichen Probanden ist die **eigene Versorgung mit Trinkwasser** (z.B. aus eigenem Brunnen) tendenziell mit der Zielgröße assoziiert.

Regelmäßiges **Teetrinken** erhöht das Risiko dem oberen Tertil von 2,4-Dichlorphenol anzugehören und bei Männern die Wahrscheinlichkeit eines Nachweises von 2,6-Dichlorphenol. Der tägliche Genuss von **Kaffee** ist bei Frauen mit der Zugehörigkeit zum oberen Tertil der PCP-Ausscheidung im Urin verbunden.[17]

Ein geschätzter täglicher **Alkoholkonsum von mehr als 30 Gramm** ist bei vier der neun Chlorphenolverbindungen statistisch signifikant für höhere Werte. Von diesen können 4-MonoCP, 2,4-DiCP und 2,6-DiCP als niedrigchloriert und 2,3,4-TriCP als höherchloriert eingestuft werden. Die Assoziationen treten jeweils in der Gesamtgruppe, in den alten Bundesländern und bei Männern auf. In den neuen Bundesländern ist der Zusammenhang bei 4-MonoCP signifikant und bei 2,3,4-Trichlorphenol tendenziell bedeutsam.

Sonstige Prädiktoren:

Die **Jahreszeit der Urinprobennahme** hat, bis auf eine Ausnahme, keine Bedeutung für die Höhe der Chlorphenolausscheidung. Jedoch liegt bei Frauen der Gehalt an 2,3,4,6-Tetrachlorphenol in der warmen Jahreszeit häufiger im oberen Bereich.

[17] Der Kaffeekonsum spielt in linearen Modellen von PCP keine Rolle.

Tabelle 5: Zusammenfassung der Ergebnisse für die Chlorphenolausscheidung im Urin

Chlorphenole (N=692)	R^2	Geschl.	Alter	BMI/ Gew.-zunahme	Biozide	Berufe	Ernährung	Sonstiges	neue/alte Länder
4-Mono-CP logist. Modell	6,9%	↑ Frauen	↑	-	Textil-schutz	NB: Kranken-schwestern	Alkohol	-	AB: Geräu-chertes
2,4-DiCP logist. Modell	6%	-	↑	Gew.-Zun. ↑	Textil-schutz, Körper-schutz	-	Fisch v. Urin-abgabe, Gemüse, Gegrilltes, Müs-li, Tee, Alkohol	Druckerei	neue B. (↑)
2,5-DiCP logist. Modell	8,7%	-	-	↑	Textil-schutz	lineares M. NB: Kranken-schwestern	Fast-food, Müsli Frauen: Fisch	Geruchsbe-lästigung nur Männer: Rauchen, Butter	neue B. ↑ AB: ehe-mals DDR, ländlich ↓, Insektizide NB: Körper-schutz (↑)
2,6-DiCP 25% über BG logist. Modell	15,9%	↑ Frauen	-	AB: BMI ↓ Gew.-Zun. ↑	Körper-schutz	-	Butter, Müsli, Alkohol NB: Fisch	Schmutz-kleidung (↑)	AB: BMI Männer: Tee

Legende: ↑ sign. positive Assoziation, ↓ sign. inverse Assoziation, ( ) tendenzielle Assoziation mit p<0,1, AB Modelle für alte Bundesländer, NB neue Bundesländer.
Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998.

Tabelle 5: Fortsetzung (Ergebnisse für die Chlorphenolausscheidung im Urin)

Chlorphenole im Urin (N=692)	R^2	Geschl.	Alter	Biozide	Berufe	Ernährung	Sonstiges	alte/neue Länder
2,3,4-TriCP 14% über BG, logist. Modell	19,4%	↑ Frauen	-	Tierpflege (↑)	Maler und Lackierer; Reinigungskräfte	Eier, Konserven, Alkohol, Müsli	Raucher ↓	alte B. ↑
2,4,5-TriCP lineares Modell	42% mit Kreatinin/ ohne Kreat. 13,6%	↑ Frauen	↑	Tierpflege, Vorratsschutz, HSM logist. Modell: Textilschutz	NB: Krankenschwestern logist. Modell: Reinigungskräfte	Männer: Fisch	Ausland 1988, Blockbebauung, Heizen mit Holz/ Kohle, BMI ↓	Frauen: alte B. ↑
2,4,6-TriCP logist. Modell	22,8%	↑ Frauen	↑	Tierpflege Frauen: Textil- und Vorratsschutz	Reinigungs-kräfte	Fisch, Vegetarier AB: Fast-food	Ausland 1988, Blockbebauung, Oberschicht, ländliches Gebiet ↓	NB: Heizen mit Holz/Kohle
2,3,4,6-TeCP 55% über BG logist. Modell	34,8%	↑ Frauen	↑	HSM Frauen: Textilschutz, Tierpflege	NB: Reinigungskräfte	Müsli (↑)	Schmutzkleidung Frauen: warme Jahreszeit	-
PCP lineares Modell	mit Kreat. 38,7%/ ohne K. 5,8%	↑ Frauen	(↑)	HSM Frauen: Tierpflege	-	Fisch Männer: Vegetarier Frauen: Geräuchertes, Konserven	Zigaretten ↓, Ausland 1988 ↓, Hausstaub PCP	alte B. ↑

Legende: ↑ sign. positive Assoziation, ↓ sign. inverse Assoziation, ( ) tendenzielle Assoziation mit $p<0,1$, AB Modelle für alte Bundesländer, NB neue Bundesländer. HSM Holzschutzmittel. Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998.

6 Diskussion der Ergebnisse im Überblick

Der Fragebogen zum Umwelt-Survey 1998 erfasst die für eine mögliche Chlorphenolexposition relevanten Bedingungen nicht spezifisch, da die Erhebung auf eine Vielzahl möglicher Schadstoffexpositionen ausgerichtet war.

Über die wesentlichen Eintragspfade einer internen Belastung mit Chlorphenolen beim Menschen ist relativ wenig bekannt, wenn man von Pentachlorphenol einmal absieht. Mit der vorliegenden Erhebung wurden die Chlorphenole im Urin erstmals in einer repräsentativen Stichprobe von Erwachsenen der Allgemeinbevölkerung in Deutschland bestimmt.

Für die Ableitung von Regressionsmodellen erfolgte die Hypothesengenerierung zum einen anhand der verfügbaren Literatur, zum anderen wurden explorativ auch Einflussgrößen überprüft, die im Umwelt-Survey 1998 verfügbar waren. Dies betrifft Einflussvariablen aus allen Bereichen (Wohnbedingungen, Berufe und Ernährungsvariablen, Tabelle 1). Für 2,6-Dichlorphenol fehlen Hypothesen weitestgehend.

In den hier vorgestellten Analysen wurde von einem breit angelegten, auf der bestehenden Literaturgrundlage basierenden Eingangsmodell ausgegangen. Da die Zahl der Eingangsgrößen sehr hoch ist, musste mit einer hohen Kollinearität gerechnet werden. Die Modelle wurden literaturgeleitet entsprechend der Eingangsanalysen schrittweise reduziert. Gleichwohl hat der Gesamtansatz einen in Teilen noch explorativen Charakter, d.h. es sind ggf. mehr Variablen im Modell verblieben (Signifikanzniveau 10%), als es für eine vereinfachte Sicht erforderlich war. Dieses Verfahren wurde gewählt, um die relativen Einflussfaktoren untereinander beurteilen und Hinweisen auf mögliche Eintragspfade zukünftig nachgehen zu können.

Überwiegend wurden multivariate logistische Regressionsanalysen durchgeführt, dafür wurden die Zielgrößen folgendermaßen transformiert: Bei Chlorphenolverbindungen mit vielen Werten unter der Bestimmungsgrenze wurde die volumenbezogene Konzentration an der Bestimmungsgrenze dichotomisiert (2,6-DiCP und 2,3,4-Trichlorphenol), ansonsten erfolgte die Tertilbildung und ein Vergleich zwischen unterem und oberen Tertil (4-MonoCP, 2,4- und 2,5-DiCP, 2,4,6-Trichlorphenol und 2,3,4,6-Tetrachlorphenol).

Trotz z.T. nicht vollkommener Normalverteilungsanpassung wurde neben der logistischen Regression die lineare Regressionsanalyse angewandt, sofern dies methodisch zu rechtfertigen war. Die Konzentrationen von 2,4,5-Trichlorphenol und PCP sind annähernd normalverteilt, so dass hier vorrangig Analysen mit linearen Modellen durchgeführt wurden.

Einige Prädiktoren kovariieren stark (Alter, Geschlecht, BMI und Kreatinin sowie Verzehrsgewohnheiten und Alter und Geschlecht, Lebensmittelgruppen untereinander, Holzschutzmittelanwendung und Biozide für den Bautenschutz; Schichtzugehörigkeit und Biozidanwendungen).

Die Stichprobe des Umwelt-Surveys 1998 enthält zu ca. 80% Probanden aus den alten und zu 20% Probanden aus den neuen Bundesländern, den realen Populationsanteilen entsprechend. Daher bilden die Ergebnisse der Regressionsanalysen für die Gesamtgruppe vor allem die Bedingungen in den alten Bundesländern ab. Mit stratifizierten Analysen konnten darüber hinaus in Untergruppen (alte/neue Bundesländer; Männer/Frauen) relevante Einflussfaktoren ermittelt werden.

Für die Bestimmung der Chlorphenole im Urin wurden vollständige Morgen-Urinproben benutzt. Als Maß für die Konzentration des Urins wurde die Kreatininkonzentration berücksichtigt. Die Kreatininausscheidung ist selbst abhängig von Alter und Geschlecht: die Kreatininkonzentration nimmt mit dem Alter ab und Frauen haben geringere Gehalte als Männer.

Die Chlorphenolgehalte im Urin steigen mit zunehmender Kreatininkonzentration deutlich an und es ist der stärkste Prädiktor in allen Modellen der Gesamtgruppe.

Die biologischen Variablen Geschlecht, Alter und Body-Mass-Index sind mehr oder weniger eindeutig mit den Chlorphenolen assoziiert. In anderen Untersuchungen wurde kein direkter Zusammenhang berichtet (Angerer et al. 1992; Hill, Jr. et al. 1995b). Möglicherweise handelt es sich um intermediäre Größen, die vielmehr die Kreatininabhängigkeit widerspiegeln. Der BMI selbst nimmt mit dem Alter zu und ist bei Männern durchschnittlich höher. Es ist jedoch nicht auszuschließen, dass hier direkte Wirkungen von Alter (im Sinne einer Anreicherung einiger höherchlorierter Phenole) und Geschlecht (als Indikator für unterschiedliche Lebens-

weisen, z.B. putzen Frauen häufiger) vorliegen. Denkbar wäre auch ein sogenannter Kohorteneffekt, der sich mit dem Alter zeigt, und zwar in der Weise, dass ältere Probanden früher mehr Biozide bzw. „schärfere“ Mittel benutzt haben als Jüngere.

Probanden der Oberschicht haben höhere 2,4,6-Trichlorphenol-Werte. Die Nutzung von Bioziden für verschiedene Zwecke ist in der Oberschicht häufiger, so zum Textil-, Körper- Vorrats- und Pflanzenschutz.[18]

Der Wohnort (Alte oder neue Bundesländer, ländlich-vorstädtisch-städtisch, ehemals im Ausland), das Wohnumfeld (Häuserblocks ohne Grün, Geruchsbelästigung, weniger jedoch spezifische Emittenten) und Innenraumbedingungen (dezentrales Heizen mit Holz/Kohle, Biozidanwendungen) sind für die Höhe der Chlorphenolausscheidung relevant. Bei allen Einflussgrößen sind Aussagen über die Kausalität der Assoziationen nicht möglich, vielmehr handelt es sich um Hinweise auf wahrscheinliche Expositionspfade.

Niedrigchlorierte Phenole sind teilweise bei Probanden in den neuen Bundesländern höher als in den alten Bundesländern. Dies könnte mit einer unterschiedlichen Anwendung von Desinfektionsmitteln zusammenhängen. Dagegen ist PCP, das als Holzschutzmittel überwiegend in den alten Bundesländern eingesetzt wurde, bei Probanden in den neuen Bundesländern und bei Probanden, die 1988 im Ausland lebten oder in Osteuropa geboren sind, niedriger. Die Ergebnisse geben Hinweise auf eine in den Bundesgebieten unterschiedliche Nutzung verschiedener chlorphenolhaltiger Produkte.

Das Wohnen in Blockbebauung ohne Grün als Prädiktor für Trichlorphenole legt die Vermutung nahe, dass entweder häufiger chlorphenolhaltige Baustoffe verwendet wurden oder eine Anwendung von Bioziden (denkbar wäre die Ausbringung von z.B. Insektiziden in Keller und Hof) häufiger vorgenommen wird. In gegensätzlichem Sinne kann die geringere Ausscheidung bestimmter Chlorphenol-Kongenere in ländlichen Gebieten verstanden werden, d.h. möglicherweise finden Biozide dort seltener Anwendung. Weitere Wohnbedingungen, z.B. das Heizen mit Holz/Kohle sind in den alten und neuen Bundesländern selektiv von Bedeutung für die Ausscheidung der Chlorphenole. Der Einfluss

[18] Der Kreatiningehalt im Urin ist bei Probanden mit Hauptschulabschluss statistisch signifikant niedriger, was eventuell zusätzlich eine Bedeutung für die gefundene Beziehung hat.

z.B. von Heizen mit Holz oder Kohle auf Trichlorphenole erscheint prinzipiell plausibel, da entweder die eingesetzten Materialien chlorphenolhaltig sein oder Chlorphenole bei Verbrennungsprozessen entstehen können. Ein Grund für die nur bei Probanden in den neuen Bundesländern aufgetretene Assoziation zum 2,4,6-Trichlorphenol könnte die geringe Häufigkeit von Ofenheizung in den alten Bundesländern sein.

Das Rauchen weist unterschiedliche Beziehungen zu den Chlorphenolen auf. Während nur bei männlichen Rauchern höhere 2,5-Dichlorphenolkonzentrationen zu beobachten sind, ist das Rauchen besonders mit einer Abnahme der PCP-Werte verbunden. Geringere Konzentrationen sind noch bei zwei der drei Trichlorphenole aufgetreten. Die inverse Beziehung zum PCP lässt sich hypothetisch mit einer verringerten Halbwertszeit oder einer veränderten Metabolisierung bei Rauchern erklären. Dagegen hängen die höheren 2,5-Dichlorphenolwerte bei Männern unter Umständen mit einer erhöhten Schadstoffzufuhr zusammen.

Die Anwendung von Holzschutzmitteln ist ein guter Prädiktor für 2,4,5-Trichlorphenol, 2,3,4,6-Tetrachlorphenol und PCP, sowohl in der Gesamtgruppe als auch in Untergruppen, einschließlich der Probanden in den neuen Bundesländern. 2,3,4,6-Tetrachlorphenol war früher ein Hauptbestandteil bestimmter Holzschutzmittel mit speziell fungizider Wirkung.

Plausible Ergebnisse wurden für die Anwendung von Bioziden zu verschiedenen Zwecken gefunden. Insbesondere sind Biozide zum Textilschutz prädiktiv für die Chlorphenole (zum Teil mit zeitabhängiger Abklingkurve), mit Ausnahme von PCP. Frauen wenden z.B. Mottenschutzmittel häufiger an, so dass vorhandene Assoziationen in Modellen für Frauen deutlich werden. Andere Anwendungszwecke, wie Biozide zum Körperschutz und Insektizide, sind nur für Dichlorphenole bedeutsam, während hauptsächlich Biozide zur Tierpflege, aber auch zum Vorratsschutz mit höherchlorierten Phenolen assoziiert sind. Eine professionelle Schädlingsbekämpfung hat dagegen praktisch keine Bedeutung für die Chlorphenolausscheidung.

Im Handel befindliche Biozide zum Textilschutz und zu anderen Zwecken sollten auf chlorphenolhaltige Inhaltsstoffe hin überprüft werden.

Von den überprüften Berufsgruppen zeigen wenige einen Zusammenhang zur Chlorphenolausscheidung: Zum einen sind das Krankenschwestern, Pfleger und medizinische Laborantinnen [4-MonoCP, 2,5-DiCP, 2,4,5 TriCP], zum anderen Reinigungsfachkräfte [2,3,4-TriCP, 2,4,6-TriCP und 2,3,4,6-TeCP]. Beide Gruppen kommen regelmäßig mit Desinfektionsmitteln in Berührung (Hardell et al. 1990). Eine Chlorphenol-Exposition durch Reinigungs- und Desinfektionsmittel erscheint daher wahrscheinlich und sollte in künftigen Surveys spezifisch erfragt werden.

Ferner haben Maler, Lackierer und Fliesenleger [2,3,4-TriCP] in der Regel Kontakt mit Lösungsmitteln, Farben und anderen Baustoffen. Die gefundenen Assoziationen sind daher plausibel.

Bei den genannten Expositionsbedingungen im Wohnumfeld, im Innenraum und bei beruflicher Exposition dürften der inhalative und dermale Aufnahmepfad die wichtigsten Eintragspfade sein.

Der Einfluss der verschiedenen Ernährungsvariablen ist unspezifischer und häufig weniger einfach zu erklären, obgleich allgemein davon ausgegangen wird, dass die Belastung mit Chlorphenolen überwiegend durch den Ernährungspfad bestimmt wird.

Es wurde eine grobe Annäherung an die aktuellen Verzehrsgewohnheiten angestrebt, in dem die verwendeten Ernährungsprädiktoren (Verzehrshäufigkeiten pro Woche) sich überwiegend auf täglichen gegenüber seltenem Konsum beziehen..

Am deutlichsten zeichnen sich Fischverzehr, vermehrter Alkoholkonsum und der häufige Verzehr von Müsli und anderen Getreideprodukten als Einflussfaktoren ab, jedoch nicht bei allen Chlorphenolverbindungen. Der Alkoholkonsum ist bei fünf der neun untersuchten Chlorphenol-Verbindungen bedeutsam, so dass ein zufälliger Zusammenhang eher unwahrscheinlich ist.[19] Für die Belastungen von Fisch [2,4-DiCP, 2,5-DiCP und 2,4,6-TriCP], Getreideprodukten (sechs Verbindungen) und Leitungswasser [2,5-DiCP und 2,4,5-TriCP] mit Chlorphenolen gibt es Hinweise in der Literatur

[19] unter http://www.flavoractiv.com/orderform/German_online_Order.html kann man Chlorphenol als Aromastoff für Biergeschmacksprüfer in Brauereien erwerben.

(Hattemer-Frey et al. 1989; Lampi et al. 2000). Das Leitungswasservolumen ist mit 4-Monochlorphenol assoziiert, das bei der Desinfektion von Trinkwasser entstehen kann. Möglicherweise handelt es sich hier auch um einen Zufallsbefund.

Häufiger Konsum von Geräuchertem, Gegrilltem, Butter und Gemüse sowie eine vegetarische Ernährung sind bei jeweils zwei Verbindungen mit höheren Chlorphenol-Konzentrationen verbunden. Der Verzehr von Eiern, Fast-food (Pizza, Bratwurst, Döner) wurde bei jeweils einer Verbindung als bedeutsam ermittelt [2,3,4-TriCP und 2,5-DiCP]. Der Teekonsum ist für die Ausscheidung von Dichlorphenolen von Bedeutung (besonders bei Männern), dagegen erhöht der Kaffeekonsum die PCP-Ausscheidung allein bei Frauen.

Es bleibt vorerst unklar, ob es sich bei den identifizierten Prädiktoren um zufällige oder kausale Beziehungen handelt. Aufgrund der verbreiteten Anwendung von Pestiziden ist es jedoch nicht unwahrscheinlich, dass die genannten Lebensmittel vereinzelt (geringfügig) mit Chlorphenolen belastet sind.

Laut WHO (1989) sind Tetra-Chlorphenole in Gemüseproben (Karotten, Kartoffeln, Kohl, Rüben) und roher Milch in Spuren bis zu einer Größenordnung von µg/kg gefunden worden. Aus den vorliegenden Daten ergaben sich keine Assoziationen im Sinne einer Zunahme der Chlorphenolgehalte mit dem Verzehr von Obst und Rohkost.

Ein höherer Alkoholkonsum zeigt sich mit niedrig chlorierten Phenolen assoziiert. Diesem Ergebnis liegen eventuell mit dem Alkoholkonsum zusammenhängende Faktoren zugrunde, z.B. bestimmte Berufsgruppen oder veränderte Ernährungsgewohnheiten.

Die untersuchten Prädiktoren können zumeist 70 bis über 90% der Varianz der Chlorphenole im Urin nicht erklären, und der größte Anteil erklärter Varianz wird durch die Kreatininkonzentration (zwischen 30-40% bei 2,4,5-Trichlorphenol und PCP) erreicht. Dies kann unterschiedliche Gründe haben: Einmal könnte angenommen werden, dass relevante Einflussfaktoren nicht oder nicht angemessen genau in die Modelle aufgenommen wurden. Es ist auch möglich, dass im Umwelt-Survey 1998 wesentliche Eintragspfade gar nicht untersucht wurden. Weiterhin wäre denkbar, dass niedrig chlorierte Phenole in sehr vielen Quellen in niedriger und /oder zeitlich variabler Konzentra-

tion vorkommen, dies würde wegen unspezifischer Expositionsquellen und kurzer Halbwertszeiten in Regressionsmodellen nicht identifiziert werden können.

In einer Folgeuntersuchung sollte ggf. der dermale Aufnahmepfad z.B. über Textilien, Lederprodukte und Desinfektionsmittel, der inhalative und dermale Pfad z.B. durch Einatmen von Desinfektionsmitteln und die orale Aufnahme durch Nahrungsmittel mit differenzierter Erhebung berücksichtigt werden.

Weitere Gründe für die geringe Varianzaufklärung können in der hohen temporalen Variabilität der Exposition liegen, die mit den vorhandenen Fragebogeninstrumenten nicht differenziert genug und mit aktuellem zeitlichem Bezug aufgedeckt werden konnten. Bei einer vergleichsweise kurzen biologischen Halbwertszeit von einigen Stunden (z.B. 2,5-DiCP) bis Tagen (2,3,4,6-Tetrachlorphenol) wäre die Variation der Zielgröße weitgehend auf die nicht erfasste Variation in den Eingangsgrößen beziehbar. Darüber hinaus kritisch zu beurteilen ist, dass Morgenurinproben und nicht 24h-Urin als Basis der Beurteilung gewählt wurden. Die Variabilität der Chlorphenol-Ausscheidung in Morgenurinproben deckt nur einen Teil der möglichen Exposition im Zeitfenster ab, wohingegen mit 24h-Urin auch die tagsüber ausgeschiedenen niedrig-chlorierten Phenole eingefangen werden können.

7 Fazit

Das Vorkommen von Chlorphenolen ist ubiquitär, gleichwohl ist die Belastungshöhe der Allgemeinbevölkerung mit Chlorphenolen relativ gering, wie der vorliegende Umwelt-Survey 1998 zeigt (Becker et al. 2002). Zum Vergleich werden die von Wrbitzky et al. (1994) zitierten „Normalwerte“ (95. Perzentile) einer nicht spezifisch belasteten Kontrollgruppe herangezogen. Bei den höherchlorierten Phenolen ist es zu einer deutlichen Abnahme der Uringehalte gekommen, während eine Abnahme der Dichlorphenolgehalte weniger ausgeprägt ist, und bei 4-Monochlorphenol sogar eine Zunahme des 95. Perzentilwertes stattgefunden hat (von 7,5 µg/l im Jahr 1992 auf 11,7 µg/l im Jahr 1998).

Es ist anzunehmen, dass aufgrund regulativer Maßnahmen, wie internationaler Produktions- und Anwendungsverbote, die Exposition gegenüber höherchlorierten Phenolen zukünftig weiter abnehmen wird. Dies wäre in einem nächsten Umwelt-Survey zu überprüfen.

Mit der vorliegenden analytischen Auswertung möglicher Eintragspfade für die Chlorphenole konnten mehrere erklärende Faktoren identifiziert werden, während sich bei anderen Variablen, z.B. Ernährungsfaktoren, ein teilweise recht diffuses Bild ergibt. Die erklärten Varianzanteile einzelner Prädiktoren verbleiben häufig unter 1% (2,4,5-Trichlorphenol und PCP), d.h. ein Großteil der Varianz der Chlorphenole konnte mit dem vorhandenen Instrumentarium nicht erklärt werden.

Die Interkorrelationen der Chlorphenol-Kongenere sind vor allem zwischen niedrig und höherchlorierten Phenolen eher gering, so dass die vorhandene Körperlast bzw. Ausscheidung aus unterschiedlichen Quellen stammen dürfte.

Die Kovarianz von Kreatinin mit der Chlorphenolkonzentration im Urin ist sehr hoch und mit der üblichen Normierung am Kreatinin nicht immer zu eliminieren, so dass es für die Interpretation der Ergebnisse vorteilhafter ist, die Volumenkonzentration mit Kreatinin als Prädiktor auszuwerten. In Zukunft sollte, wenigstens von einer Teilstichprobe, der 24h-Urin gesammelt werden, um die vom Kreatinin weniger abhängige Ausscheidungsmenge pro Tag zu gewinnen.

Häusliche Anwendungen von Bioziden für bestimmte Zwecke sind wichtige Prädiktoren für Chlorphenole, so Biozide zum Textil- und Körperschutz und für die Tierpflege, außerdem eine Holzschutzmittelexposition. Die Zeit seit letzter Anwendung kann Informationen über von der Nachexpositionszeit abhängige Beziehungen (Abnahmekurven) liefern.

Berufliche Risiken ließen sich aufgrund der geringen Fallzahlen und möglicher Missklassifikationen nur wenige identifizieren. Bei den genannten Berufen, die vermutlich in Verbindung mit Desinfektionsmitteln stehen, sollten die Ergebnisse in Berufskohorten überprüft werden.

Die verschiedenen Chlorphenole unterscheiden sich teilweise in den für sie jeweils bedeutsamen Prädiktoren. So spielt die Ernährung für 2,3,4,6-Tetrachlorphenol eine untergeordnete Rolle, abgesehen vom Müsli- und Flockenverzehr, während sie bei Di- und den meisten Trichlorphenolen durchaus wichtig erscheint. Erwähnenswert ist, dass, anders als bei fettlöslichen Organochlorverbindungen im Blut, nicht Milch- und Fleischprodukte, sondern Wasser, Getreide und Gemüse eine gewisse Relevanz erlangen. Auch unterscheiden sich Frauen und Männer in ihrem Ernährungsverhalten, z.B. essen Männer mehr Fleisch und sind seltener Vegetarier. Hier könnte eine spezifischere Ernährungserhebung weitere Aufklärung bringen. Die Diet History, mit der die tägliche Aufnahmemenge einzelner Nahrungsmittel geschätzt wurde, lag nur von 70% der Probanden vor und bezieht sich auf Durchschnittsmengen der letzten vier Wochen. Wegen der geringen Halbwertszeiten der Chlorphenole wären Angaben zu Verzehrsmengen der 48 Stunden vor Probennahme oder ein aktuelles Ernährungstagebuch geeigneter.

Sowohl bei der häuslichen Anwendung von Bioziden, bei beruflichen Tätigkeiten als auch in der Ernährungsweise und im Genussmittelkonsum wurden Geschlechtsunterschiede deutlich. Es ist daher häufig sinnvoller, Daten von Frauen und Männer getrennt auszuwerten, obgleich die verringerten Fallzahlen es dann schwieriger werden lassen, signifikante Prädiktoren zu identifizieren.

Die erarbeiteten Ergebnisse haben wegen des Studienansatzes und der großen Zahl möglicher Einflussfaktoren auch einen explorativen Charakter. Sie geben Hinweise auf mögliche

Emissionsquellen und Risikofaktoren für eine Chlorphenolbelastung und sollten in weiterführenden Studien geprüft und in folgenden Umwelt-Surveys berücksichtigt werden.

8 Literatur

Abbas, S. Umwelt-Survey 1998, Band II: Fragebogendaten zur Expositionsabschätzung in Deutschland. WaBoLu-Hefte (2006). Umweltbundesamt. Berlin.

Agresti A. Categorial Data Analysis. John Wiley & Sons. New York, 1990.

Ahlborg UG, Victorin K. Impact on health of chlorinated dioxins and other trace organic emissions. Waste Management & Research 5 (1987) 203-224.

Angerer J, Heinzow B, Schaller KH, Weltle D, Lehnert G. Determination of environmental caused chlorophenol levels in urine of the general population. Fresenius J Anal Chem 342 (1992) 433-438.

Angerer J. PCP and chlorophenols in urine. Angerer J, Schaller KH, (eds.) Analysis of hazardous substances in biological materials. DFG Vol. 7 (2001) 143-169. VCH-Verlag, Weinheim.

ATSDR. Toxicological profile for chlorophenols 1999. ATSDR ToxProfiles 2002. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. US Department of Health and Human Services. Atlanta 2002a.

ATSDR. Toxicological profile for Pentachlorophenol 2001. ATSDR ToxProfiles 2002. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. US Department of Health and Human Services. Atlanta 2002b.

Bartels P, Ebeling E, Krämer B, Kruse H, Osius N, Vowinkel K, Wassermann O, Witten J, Zorn C. Determination of chlorophenols in urine of children and suggestion of reference values. Fresenius J Anal Chem 365(1999) 458-464.

Becker K, Kaus S, Krause C, Lepom P, Schulz C, Seiwert M, Seifert B. Umwelt-Survey 1998, Band III: Human Biomonitoring. Stoffgehalte in Blut und Urin der Bevölkerung in Deutschland. WaBoLu-Hefte 1 (2002). Umweltbundesamt. Berlin.

Becker K, Kaus S, Helm D, Krause C, Meyer E, Schulz C, Seiwert M. Umwelt-Survey 1998, Band IV: Trinkwasser. Elemente in Stagnationsproben des häuslichen Trinkwassers der Bevölkerung in Deutschland. WaBoLu-Hefte 2 (2001). Umweltbundesamt. Berlin.

Becker K, Kaus S, Schulz C, Seiwert M, Heidrich F, Schlüter C, Seifert B. Umwelt-Survey 1998, Band V: Hausstaub - Stoffgehalte im Hausstaub aus Haushalten der Bevölkerung in Deutschland. WaBoLu-Hefte 2003. Umweltbundesamt. Berlin. In Bearbeitung.

Bernigau W, Becker K, Hoffmann K, Krause C, Friedrich C, Schulz C, Seifert B. Umwelt-Survey 1990/92, Band X: Blei-Zusammenhangsanalyse. WaBoLu-Hefte 7 (1999). Umweltbundesamt. Berlin.

Butte W, Heinzow B. Pollutants in house dust as indicators of indoor contamination. Rev Environ Contam Toxicol 175(2002) 1-46.

Campoy C, Olea-Serrano F, Jimenez M, Bayes R, Canabate F, Rosales MJ, Blanca E, Olea N. Diet and organochlorine contaminants in women of reproductive age under 40 years old. Early Hum Dev 65 Suppl(2001) S173-S182.

Coad S, Newhook RC. PCP exposure for the Canadian general population: a multimedia analysis. J Expo Anal Environ Epidemiol 2, 4 (1992) 391-413.

Dossing M. Changes in hepatic microsomal enzyme function in workers exposed to mixtures of chemicals. Clin Pharmacol Ther 32, 3 (1982) 340-346.

Exon JH, Henningsen GM, Osborne CA, Koller LD. Toxicologic, pathologic, and immunotoxic effects of 2,4-dichlorophenol in rats. J Toxicol Environ Health 14, 5-6 (1984) 723-730.

Exon JH. A review of chlorinated phenols. Vet Hum Toxicol 26, 6 (1984) 508-520.

Fischer F, Kerndorff H, Kuhn S. Die branchenspezifische Ermittlung von Phenolen und Abschaetzung ihrer Grundwassergaengigkeit. Schriftenr Ver Wasser Boden Lufthyg 107 (2000) I-108.

Flesch-Janys D, Becher H, Gurn P, Jung D, Konietzko J, Manz A, Papke O. Elimination of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans in occupationally exposed persons. J Toxicol Environ Health 47, 4 (1996) 363-378.

Gambini GF, Mantovani C, Pira E, Piolatto PG, Negri E. Cancer mortality among rice growers in Novara Province, northern Italy. Am J Ind Med 31, 4 (1997) 435-441.

Gerhard I, Frick A, Monga B, Runnebaum B. Pentachlorophenol exposure in women with gynecological and endocrine dysfunction. Environ Res 80, 4 (1999) 383-388.

Hardell L, Eriksson M, Degerman A. Exposure to phenoxyacetic acids, chlorophenols, or organic solvents in relation to histopathology, stage, and anatomical localization of non- Hodgkin's lymphoma. Cancer Res 54, 9 (1994) 2386-2389.

Hardell L, Eriksson M. Non-Hodgkin Lymphoma and previous exposure to hexachlorphene: A case report. J Occup Med (1990) 849-850.

Hattemer-Frey HA, Travis CC. Pentachlorophenol: environmental partitioning and human exposure. Arch Environ Contam Toxicol 18, 4 (1989) 482-489.

Heudorf U, Letzel S, Peters M, Angerer J. PCP in the blood plasma: current exposure of the population in Germany, based on data obtained in 1998. Int J Hyg Environ Health 203, 2 (2000) 135-139.

Hill RH, Jr., Ashley DL, Head SL, Needham LL, Pirkle JL. p-Dichlorobenzene exposure among 1,000 adults in the United States. Arch Environ Health 50, 4 (1995a) 277-280.

Hill RH, Jr., Head SL, Baker S, Gregg M, Shealy DB, Bailey SL, Williams CC, Sampson EJ, Needham LL. Pesticide residues in urine of adults living in the United States: reference range concentrations. Environ Res 71, 2 (1995b) 99-108.

Hinwood AL, Sim MR, de Klerk N, Drummer O, Gerostamoulos J, Bastone EB. Are 24-hour urine samples and creatinine adjustment required for analysis of inorganic arsenic in urine in population studies? Environ Res 88, 3 (2002) 219-224.

Hoppin JA, Tolbert PE, Herrick RF, Freedman DS, Ragsdale BD, Horvat KR, Brann EA. Occupational chlorophenol exposure and soft tissue sarcoma risk among men aged 30-60 years. Am J Epidemiol 148, 7 (1998) 693-703.

International Programme on Chemical Safety. Environmental Health Criteria 93. Chlorophenols other than Pentachlorphenol. WHO, (ed.). International Programme on Chemical Safety. Geneva, 1989.

Jarvis SN, Straube RC, Williams AL, Bartlett CL. Illness associated with contamination of drinking water supplies with phenol. Br Med J (Clin Res Ed) 290, 6484 (1985) 1800-1802.

Jensen J. Chlorophenols in the terrestrial environment. Rev Environ Contam Toxicol 146(1996) 25-51.

Khattak S, Moghtader G, McMartin K, Barrera M, Kennedy D, Koren G. Pregnancy outcome following gestational exposure to organic solvents: a prospective controlled study. JAMA 281, 12 (1999) 1106-1109.

Krause C. Wirkstoffe von Holzschutzmitteln im haeuslichen Bereich. Schriftenr Ver Wasser Boden Lufthyg 53 (1982) 309-316.

Krause C. Zur umweltmedizinischen Beurteilung von Human-Biomonitoring-Befunden in der ärztlichen Praxisn. Komission 'Human-Biomonitoring' des Umweltbundesamtes. Umweltmed Forsch Prax 5, 3 (2000) 177-180.

Krause C. Zur umweltmedizinischen Beurteilung von Human-Biomonitoring-Befunden in der ärztlichen Praxis. Kommission 'Human-Biomonitoring' des Umweltbundesamtes. Umweltmed Forsch Prax 5, 3 (2000) 177-180.

Lampi P, Hakulinen T, Luostarinen T, Pukkala E, Teppo L. Cancer incidence following chlorophenol exposure in a community in southern Finland. Arch Environ Health 47, 3 (1992) 167-175.

Lampi P, Vohlonen I, Tuomisto J, Heinonen OP. Increase of specific symptoms after long-term use of chlorophenol polluted drinking water in a community. Eur J Epidemiol 16, 3 (2000) 245-251.

Marazzi A. Algorithms, Routines and S Functions for Robust Statistics. Wadworth & Brooks. Pacific Grove, CA, 1993.

Marquardt H, Schäfer SG, (eds.) Lehrbuch der Toxikologie. Kapitel 48. BI Wissenschaftsverlag, 1994.

Mikoczy Z, Schutz A, Stromberg U, Hagmar L. Cancer incidence and specific occupational exposures in the Swedish leather tanning industry: a cohort based case-control study. Occup Environ Med 53, 7 (1996) 463-467.

Mussalo-Rauhamaa H, Pyysalo H, Moilanen R. Influence of diet and other factors on the levels of organochlorine compounds in human adipose tissue in Finland. J Toxicol Environ Health 13, 4-6 (1984) 689-704.

Olea N, Olea-Serrano F, Lardelli-Claret P, Rivas A, Barba-Navarro A. Inadvertent exposure to xenoestrogens in children. Toxicol Ind Health 15, 1-2 (1999) 151-158.

Ott MG, Olson RA, Cook RR, Bond GG. Cohort mortality study of chemical workers with potential exposure to the higher chlorinated dioxins. J Occup Med 29, 5 (1987) 422-429.

Pearce NE, Sheppard RA, Smith AH, Teague CA. Non-Hodgkin's lymphoma and farming: an expanded case-control study. Int J Cancer 39, 2 (1987) 155-161.

Peshin SS, Lall SB, Gupta SK. Potential food contaminants and associated health risks. Acta Pharmacol Sin 23, 3 (2002) 193-202.

Roberts HJ. Pentachlorophenol-associated aplastic anemia, red cell aplasia, leukemia and other blood disorders. J Fla Med Assoc 77, 2 (1990) 86-90.

Schlittgen R. Einführung in die Statistik. Oldenbourg Verlag. Wien, 1994.

Schmid K, Lederer P, Goen T, Schaller KH, Strebl H, Weber A, Angerer J, Lehnert G. Internal exposure to hazardous substances of persons from various continents: investigations on exposure to different organochlorine compounds. Int Arch Occup Environ Health 69, 6 (1997) 399-406.

Schulz C, Becker K, Kaus S, Krause C, Seiwert M. Zeitliche Entwicklung der korporalen Schadstoffbelastung der Bevölkerung in Deutschland. Umwelt-Survey 1998. Umweltbundesamt, Berlin. Poster auf der Tagung der GMDS/DAE in Berlin 2002.

Schulz C, Seiwert M, Becker K, Heidrich F, Schlüter C, Seifert B. Umwelt-Survey 1998, Band I: Studienbeschreibung.. Umweltbundesamt. WaBoLu-Heft, in Bearbeitung.

Sjodin A, Hagmar L, Klasson-Wehler E, Bjork J, Bergman A. Influence of the consumption of fatty Baltic Sea fish on plasma levels of halogenated environmental contaminants in Latvian and Swedish men. Environ Health Perspect 108, 11 (2000) 1035-1041.

Smith MK, Zenick H, George EL. Reproductive toxicology of disinfection by-products. Environ Health Perspect 69(1986) 177-182.

SPSS for Windows, Version 11.0 (SPSS 2001).

Tam I. [Diet as a source of human exposure to polychlorinated dibenzo-P- dioxins (PCDD)]. Rocz Panstw Zakl Hig 50, 3 (1999) 241-251.

Thind KS, Karmali S, House RA. Occupational exposure of electrical utility linemen to pentachlorophenol. Am Ind Hyg Assoc J 52, 12 (1991) 547-552.

Treble RG, Thompson TS. Normal values for pentachlorophenol in urine samples collected from a general population. J Anal Toxicol 20, 5 (1996) 313-317.

Vasarhelyi B, Blazovics A, Feher J. [The place of pentachlorophenol in general medicinal practice]. Orv Hetil 134, 48 (1993) 2649-2652.

Veningerova M, Prachar V, Kovacicova J, Uhnak J. Analytical methods for the determination of organochlorine compounds. Application to environmental samples in the Slovak Republic. J Chromatogr A 774, 1-2 (1997) 333-347.

Veningerova M, Prachar V, Uhnak J, Kovacicova J. Polychlorinated phenols in total diet. Z Lebensm Unters Forsch 199, 4 (1994) 317-321.

Veningerova M, Uhnak J, Prachar V, Kovacicova J. Chlorinated phenols in human milk. Z Lebensm Unters Forsch 203, 3 (1996) 309-310.

Waite DT, Gurprasad NP, Cessna AJ, Quiring DV. Atmospheric pentachlorophenol concentrations in relation to air temperature at five Canadian locations. Chemosphere 37, 9-12 (1998) 2251-2260.

Winkler J, Stolzenberg H. Der Sozialschichtindex im Bundes-Gesundheitssurvey. Gesundheitswesen 61, Sonderheft 2 (1999) S178-S183.

Wrbitzky R, Angerer J, Lehnert G. Chlorphenole im Harn als umweltmedizinische Untersuchungsparameter. Gesundheitswesen 56, 11 (1994) 629-635.

Wrbitzky R, Beyer B, Thoma H, Flatau B, Hennig M, Weber A, Angerer J, Lehnert G. Internal exposure to polychlorinated dibenzo-p-dioxins and polychlorinated dibenzofurans (PCDDs/PCDFs) of Bavarian chimney sweeps. Arch Environ Contam Toxicol 40, 1 (2001) 136-140.

Yohai VJ, Zamar RH. Optimal locally robust M-estimates of regression. J Stat Planning and Inference 64 (1998) 309-323.

9 Anhang

9.1 Tabellenverzeichnis des Anhangs

Tabelle 9.1: Verwendete Variablen und Codierungen für die Regressionsanalysen 132
Tabelle 9.2: Berufscodierungen anhand der StaBu-Codes (1993) 137
Tabelle 9.3: Häufigkeiten der überprüften Prädiktoren nach Geschlecht und Wohnort „alte und neue Bundesländer“ (ungewichtete Daten) 138
Tabelle 9.4.1: Lineares Abschlussmodell von 4-Monochlorphenol (µg/l, logarithm.) 148
Tabelle 9.4.2: Erklärte Varianzen verschiedener linearer Modelle von 4-MonoCP 148
Tabelle 9.4.3: Lineares Modell von 4-MonoCP im Urin für die neuen Bundesländer 148
Tabelle 9.4.4: Logistisches Eingangsmodell von 4-Monochlorphenol: Unteres vs. oberes Tertil 149
Tabelle 9.4.5: Häufigkeiten für Alkoholkonsum und 4-MonoCP im Urin 150
Tabelle 9.5.1: Lineares Abschlussmodell von 2,4-Dichlorphenol (µg/l, logarithmiert) 151
Tabelle 9.5.2: Erklärte Varianzen verschiedener linearer Modelle von 2,4-Dichlorphenol 151
Tabelle 9.5.3: Logistisches Eingangsmodell von 2,4-Dichlorphenol (Tertilvergleich) 152
Tabelle 9.6.1: Lineares Abschlussmodell von 2,5-Dichlorphenol (µg/l, logarithm.) 154
Tabelle 9.6.2: Erklärte Varianzen verschiedener linearer Modelle von 2,5-Dichlorphenol im Urin 154
Tabelle 9.6.3: Logistisches Eingangsmodell von 2,5-DiCP: Unteres versus oberes Tertil 155
Tabelle 9.7: Logisitsches Eingangsmodell von 2,6-Dichlorphenol: Unter der Bestimmungsgrenze versus darüber 157
Tabelle 9.8: Logistisches Eingangsmodell von 2,3,4-Trichlorphenol: Unter der Bestimmungsgrenze versus darüber 159
Tabelle 9.9.1: Lineares Eingangsmodell von 2,4,5-Trichlorphenol (Volumenbezug, logarithmiert) 161
Tabelle 9.9.2: Korrelationsmatrix der Prädiktoren des linearen Abschlussmodells von 2,4,5-Trichlorphenol im Urin 163
Tabelle 9.9.3: Modelle der linearen Regression von 2,4,5-Trichlorphenol 164
Tabelle 9.9.4: Logistisches Abschlussmodell von 2,4,5-TriCP (Tertilvergleich) 164
Tabelle 9.10.1: Erklärte Varianzen in Modellen mit 2,4,6-Trichlorphenol 165

Tabelle 9.10.2: Lineares Abschlussmodell von 2,4,6-Trichlorphenol im Urin (Volumenbezug, logarithmiert) 165
Tabelle 9.10.3: Logistisches Eingangsmodell von 2,4,6-Trichlorphenol: Unteres versus oberes Tertil 166
Tabelle 9.11.1: Logistisches Eingangsmodell von 2,3,4,6-Tetrachlorphenol 169
Tabelle 9.12.1: Lineares Eingangsmodell von Pentachlorphenol (Volumenbezug, logarithmiert) 171
Tabelle 9.12.2: Erklärte Varianzen der linearen Modelle von Pentachlorphenol 173
Tabelle 9.12.3: Interkorrelationsmatrix der Prädiktoren des linearen Abschlussmodells von PCP im Urin 174
Tabelle 9.12.4: Logistisches Abschlussmodell von Pentachlorphenol: unteres vs. oberes Tertil 174
Tabelle 9.12.5: Lineare Regression von Pentachlorphenol mit PCP im Hausstaub ... 174
Tabelle 9.12.6: Logistische Regression von Pentachlorphenol (unteres vs. oberes Tertil) mit Hausstaubprädiktor 175

9.2 Abbildungsverzeichnis des Anhangs

Abbildung 9.9.1: Normalverteilungsplot der Residuen von 2,4,5-TriCP..... 163
Abbildung 9.10.1: Normalverteilungsplots der logarithmierten 2,4,6-Trichlorphenol-Konzentration (Volumen- und Kreatininbezug) .. 168
Abbildung 9.11.1: Normalverteilungsplot der standardisierten Residuen von Pentachlorphenol und Test auf Normalverteilung..... 173

Tabelle 9.1: Verwendete Variablen und Codierungen für die Regressionsanalysen

Prädiktor	**Codierung**	**Modelle**
„Biologische“ Prädiktoren		
Kreatininkonzentration im Urin (g/l)	logarithmiert	alle
Lebensalter	(Jahre)	alle
Geschlecht	männlich = 0, weiblich =1	alle
Body-Mass-Index (BMI)	logarithmiert	alle
BMI	≤25 kg/m^2 = 0, >25 kg/m^2 = 1	2,5-DiCP
Gewichtszunahme in den letzten drei Jahren	nein = 0 ja, eher zugenommen = 1	alle
Gewichtsabnahme in den letzten drei Jahren	nein = 0 ja, eher abgenommen = 1	alle
Körperlich anstrengende Tätigkeit mehr als 2 Std./Woche	weniger als 2 Std./Woche = 0 ja = 1	alle
Wohnen und Demographie		
Wohnort neue Bundesländer 1998	Nein, alte Bundesländer = 0 ja = 1	alle
Wohnort 1988 in der DDR	nein, BRD oder Ausland = 0 ja = 1	alte Länder
Staatsangehörigkeit (auch) andere als die deutsche	nein = 0 ja = 1	alle
alternativ Geboren in Südeuropa (od. anderes außereuropäisches Land) *und*	nein, im übrigen Europa oder Ex-UDSSR = 0, ja = 1	vorab eingesetzt
Geboren in Osteuropa und Ex-UDSSR	nein, anderswo = 0, ja = 1	PCP
Leben im Ausland 1988	nein, BRD oder DDR = 0 ja = 1	alle
Ländliches Wohngebiet	städtisch oder vorstädtisch = 0 ja = 1	alle
Wohnen in Blockbebauung ohne Grün	nein = 0, ja = 1	alle
Wohnen im Ein-, Zweifamilien, Reihenhaus	nein = 0, ja = 1	alle
Wohnen an verkehrsreicher Straße	nein = 0 ja, beträchtlich oder stark befahrene Straße = 1	alle
Sozialschicht-Index (Winkler et al. 1999)		
Unterschicht	Mittel- oder Oberschicht = 0 ja = 1	alle
Oberschicht	Unter- oder Mittelschicht = 0 ja = 1	alle

Tabelle 9.1: Fortsetzung

Prädiktor	Codierung	Modelle
Potentielle Emittenten max. 50m vom Wohnhaus: ▪ Tankstelle ▪ KFZ-Werkstatt ▪ Druckerei ▪ Chemische Reinigung ▪ Lösungsmittelverarbeitender Betrieb, z.B. Lackiererei ▪ land-/gartenwirtschaftlicher Betrieb ▪ Viehhaltung/Zucht ▪ Sägewerk/Holzverarbeitung/ Schreinerei	nein = 0, ja = 1	alle
Geruchsbelästigung durch Betriebe am Wohnort	nein = 0, ja = 1	alle
Eigene Trinkwasserversorgung	Wasserwerksversorgung = 0 ja = 1	alle
Innenraum		
Rauchen		
Status Raucher	nein = 0, ja = 1	alle
Zahl der Zigaretten/Tag	logarithmiert (Zahl + 1), incl. Nichtraucher	PCP
Status Exraucher	nein = 0, ja = 1	alle
Mit schmutziger Kleidung von der Arbeit in die Wohnung kommen, Befragter	seltener = 0, häufiger =1	alle
Dezentrales Heizen mit Holz/Kohle	nein = 0, ja = 1	alle
Professionelle Schädlingsbekämpfung im letzten Jahr	nein = 0, ja = 1	alle
Holzschutzmittelanwendung in der Wohnung	a) nein = 0, ja = 1 b) Zeit seit letzter Anwendung (4stufig) keine Anwendung = 0 vor > 10 Jahren = 1 vor 3 – 10 Jahren = 2 vor < 3 Jahre = 3	a) alle b) 2,3,4,6-TeCP
Bautenschutz	nein = 0, ja = 1	alle
Häusliche Anwendung von Bioziden Haustierpflege Pflanzenschutzmittel Vorratsschutz Insektenvernichtung Textilschutz Körperschutz	Zeit seit letzter Anwendung 4stufig keine Anwendung = 0 vor > 6 Monaten = 1 vor 3 – 6 Monaten = 2 vor < 3 Monaten = 3	alle

Tabelle 9.1: Fortsetzung

Prädiktor	Codierung	Modelle
Fortsetzung: häusliche Anwendung von Bioziden		
Tierpflege	nein = 0, ja = 1	2,4,6-TriCP
Tierpflege	keine Anwendung und unregelmäßig = 0 regelmäßig = 1	2,3,4-TriCP
Vorratsschutz	nein = 0, ja = 1	2,4,5-TriCP
Insektenvernichtung	nein und unregelmäßig = 0 regelmäßig = 1	2,5-DiCP
Textilschutz	Zeit seit letzter Anwendung (2stufig) vor >6 Mon. und keine = 0 vor < 6 Monaten = 1	2,4-DiCP
Textilschutz	Zeit seit letzter Anwendung (2stufig) vor >3 Mon. und keine = 0 vor < 3 Monaten = 1	2,5-DiCP (alte Länder)
Körperschutz	nein = 0, ja = 1	2,6-DiCP
Körperschutz	nein und unregelmäßig = 0 regelmäßig = 1	2,4-DiCP
Berufliche Tätigkeiten (StaBu-Codes 1993)		
▪ Land-/Garten-/Viehwirtschaft (11, 21, 41, 51) ▪ chemische Industrie/Druckerei/ Kunststoffverarbeitung (141, 151, 171, 173) ▪ Maler, Lackierer, Raumausstatter (483, 486,491, 511, 512) ▪ Schneider/Bekleidungs-/Lederverarbeitung (342, 344, 351, 352, 372) ▪ Reinigungsfachkräfte (932, 933, 937) ▪ KrankenKrankenschwestern/Pfleger/ Laborassistenten (853-55, 857) ▪ Elektriker (ohne Installateure, 312-315) ▪ Straßenbau/Berufsfahrer (462, 466, 714, 935)	nein = 0, ja = 1	alle

Tabelle 9.1: Fortsetzung

Prädiktor	**Codierung**	**Modelle**
Ernährung		
Fischverzehr 48 Std. vor der Urinprobennahme	nein = 0, ja = 1	alle
Die folgenden Häufigkeitsangaben zur Ernährung basieren jeweils auf 7-stufigen Antwortkategorien im Fragebogen	(fast) nie einmal im Monat oder seltener zwei- bis dreimal im Monat etwa einmal in der Woche mehrmals in der Woche täglich oder fast täglich mehrmals täglich	-
Fischkonsum, 3stufig	(fast) nie = 0 1-4 mal /Monat = 1 ≥mehrmals in der Woche = 2	alle
wenig Fisch	(fast) nie und mehrmals in der Woche = 0, 1-4 mal /Monat = 1	2,4-DiCP
viel Fisch	(fast) nie und 1-4 mal /Monat = 0 ≥ mehrmals in der Woche = 1	2,4-DiCP
Fleisch	≥ täglich = 1, weniger = 0	alle
Wurst	mehrmals täglich = 1, weniger = 0	alle
Geräuchertes	mindestens einmal pro Woche = 1 seltener = 0	alle
Gegrilltes	häufiger als einmal pro Monat = 1 seltener = 0	alle
Fast-food (Pizza, Bratwurst, Döner etc.)	mehrmals pro Woche = 1 seltener = 0	alle
Eier	mehrmals pro Woche = 1 seltener = 0	alle
Butter	mehrmals täglich = 1, weniger = 0	alle
Milch und Milchgetränke, 3stufig	seltener als einmal/Woche = 0 ein- bis mehrmals/Woche = 1 (fast) täglich und häufiger = 2	alle
Vegetarier (= ohne Fleischkonsum)	nein = 0, ja = 1	alle
Cerealien (Haferflocken, Müsli und ähnliches)	(fast) täglich und häufiger = 1 seltener = 0	alle
Obst	(fast) täglich und häufiger = 1 seltener = 0	alle
Gemüse	(fast) täglich und häufiger = 1 seltener = 0	alle
Rohkost	(fast) täglich und häufiger = 1 seltener = 0	alle

Tabelle 9.1: Fortsetzung

Prädiktor	Codierung	Modelle
Konservengemüse	mindestens einmal pro Woche = 1 seltener = 0	alle
Kaffee, 3stufig	mehrmals täglich = 2 (fast) täglich = 1 weniger = 0	alle
Kaffee, 2stufig	(fast) täglich und häufiger = 1 weniger = 0	PCP
Tee, 3stufig	(fast) nie = 0 einmal/Woche und seltener = 1 häufiger als einmal/Woche = 2	alle
Alkoholkonsum pro Tag[20], 3stufig	(fast) nie = 0 bis 30 g/Tag = 1 mehr als 30 g/Tag = 2	2,3,4-TriCP
wenig Alkohol pro Tag	(fast) nie und > 30 g/Tag = 0 bis 30 g/Tag = 1	alle
viel Alkohol pro Tag	(fast) nie und bis 30 g/Tag = 0 mehr als 30 g/Tag = 1	alle
Leitungswasservolumen aus dem Haushalt (berechnet, (Becker et al. 2001)	Summe aus Leitungswasser für Kaffee, Tee, Saft u. Suppe (ml)	alle
Leitungswasservolumen aus dem Haushalt, Quartile	0 - 375 ml = 0 437,5 - 687,5 ml = 1 750 - 1125 ml = 2 1187,5 - 3125,5 ml = 3	4-MCP
Leitungswasservolumen aus dem Haushalt, 2stufig	bis 1125 ml pro Tag = 0 mehr als 1125 ml /Tag = 1	4-MCP
Sonstiges		
Jahreszeit bei Probennahme	kalte Jahreszeit (Okt.-Apr.) = 1 warme Jahreszeit (Mai-Sept.) = 0	alle
Warme Jahreszeit bei Urinabgabe	kalte Jahreszeit (Okt.-Apr.) = 0 warme Jahreszeit (Mai-Sept.) = 1	2,3,4,6-TeCP
PCP im Hausstaub (2mm-Fraktion)	logarithmiert, mg/m^2	PCP

[20] Täglicher Gesamtalkoholkonsum: Aus den Fragen nach Trinkhäufigkeit und Trinkmenge für Bier, Wein/Sekt, Schnaps/Likör wurde die tägliche Anzahl getrunkener Gläser Bier, Wein/Sekt, Schnaps/Likör berechnet. Diese wurden unter Berücksichtigung des Alkoholgehaltes des jeweiligen Getränkes aufsummiert.

Tabelle 9.2: Berufscodierungen anhand der StaBu-Codes (1993)

Variable	Berufsbezeichnung	n
Landvieh n=14	Landwirt	10
	Tierzüchter	1
	Landarbeitskräfte	2
	Gärtner, Gartenarbeiter	1
Cleaner n=11	Textilreiniger, Färber, Chemisch-Reiniger	1
	Raum-, Hausratreiniger	5
	Maschinen-, Behälterreiniger	5
Textil n=14	Weber	2
	Maschinenwarenfertiger	1
	Schneider	9
	Näher (Oberbekleidung)	1
	Schuhmacher	1
chemdruc n=7	Schriftsetzer	2
	Drucker	1
	Chemiebetriebswerker	2
	Kunststoffverarbeiter	2
raumlack n=5	Fliesenleger	1
	Estrich- und Terrazzoleger	1
	Raumausstatter	1
	Maler, Lackierer	1
	Warenmaler, -lackierer	1
nurslab n=25	KrankenKrankenschwestern, -pfleger, Hebammen	14
	Helfer in der Krankenpflege	7
	Diätassistenten, PTA	2
	Medizinallaboranten	2
Lkw_bau n=23	Straßenreiniger, Abfallbeseitiger	1
	Straßenbauer	1
	Sonstige Tiefbauer	2
	Kraftfahrtzeugführer (LKW-Fahrer)	19
Elektrik n=7	Fernmeldemonteure, -handwerker	2
	Elektromotoren-, Transformatorenbauer	1
	Elektrogerätebauer	3
	Funk-, Tongerätemechaniker	1

Quelle: UBA. Umwelt-Survey 1998.

Tabelle 9.3: Häufigkeiten der überprüften Prädiktoren nach Geschlecht und Wohnort „alte und neue Bundesländer“ (ungewichtete Daten)

Geschl.	Prädiktor	alte Länder		neue Länder		Gesamt	
		n	%	n	%	n	%
	BIOLOGISCHE VARIABLEN						
	Body-Mass-Index > 25 kg/m²						
Männer	nein	89	31,6%	25	32,9%	114	31,8%
	ja	193	68,4%	51	67,1%	244	68,2%
Frauen	nein	142	52,8%	27	42,2%	169	50,8%
	ja	127	47,2%	37	57,8%	164	49,2%
	Gewichtszunahme i. d. letzten 3 Jahren						
Männer	nein	189	68,2%	43	59,7%	232	66,5%
	ja, eher zugenommen	88	31,8%	29	40,3%	117	33,5%
Frauen	nein	165	62,7%	39	62,9%	204	62,8%
	ja, eher zugenommen	98	37,3%	23	37,1%	121	37,2%
	Gewichtsabnahme i. d. letzten 3 Jahren						
Männer	nein	239	86,3%	66	91,7%	305	87,4%
	ja, eher abgenommen	38	13,7%	6	8,3%	44	12,6%
Frauen	nein	220	83,7%	56	90,3%	276	84,9%
	ja, eher abgenommen	43	16,3%	6	9,7%	49	15,1%
	Anstrengende Tätigkeit 2-stufig						
Männer	weniger als 2 Std./Wo.	209	74,4%	62	81,6%	271	75,9%
	ab 2 Std./Wo.	72	25,6%	14	18,4%	86	24,1%
Frauen	weniger als 2 Std./Wo.	219	82,0%	58	90,6%	277	83,7%
	ab 2 Std./Wo.	48	18,0%	6	9,4%	54	16,3%
	WOHN- UND GEBURTSORTE						
	Geboren in Südeuropa						
Männer	nein	274	97,9%	74	100%	348	98,3%
	ja	6	2,1%	-		6	1,7%
Frauen	nein	260	96,3%	63	100%	323	97,0%
	ja	10	3,7%			10	3,0%
	Geboren in Osteuropa						
Männer	nein	262	93,6%	72	97,3%	334	94,4%
	ja	18	6,4%	2	2,7%	20	5,6%
Frauen	nein	254	94,1%	62	98,4%	316	94,9%
	ja	16	5,9%	1	1,6%	17	5,1%
	Staatsangehörigkeit ausländisch						
Männer	nur deutsch	271	96,8%	75	98,7%	346	97,2%
	(auch) nicht-deutsch	9	3,2%	1	1,3%	10	2,8%
Frauen	nur deutsch	256	94,8%	61	96,8%	317	95,2%
	(auch) nicht-deutsch	14	5,2%	2	3,2%	16	4,8%
	Wohnort im Ausland 1988						
Männer	BRD oder DDR	265	95,7%	75	100%	340	96,6%
	Ausland	12	4,3%			12	3,4%
Frauen	BRD oder DDR	252	95,1%	62	100%	314	96,0%
	Ausland	13	4,9%			13	4,0%

Tabelle 9.3: Fortsetzung

	Prädiktor	alte Länder n	alte Länder %	neue Länder n	neue Länder %	Gesamt n	Gesamt %
	WOHNORTE/-UMGEBUNG						
	Wohngebiet ländlich vs. (vor)städtisch						
Männer	(vor)städtisch	170	61,2%	44	59,5%	214	60,8%
	ländlich	108	38,8%	30	40,5%	138	39,2%
Frauen	(vor)städtisch	180	67,4%	42	68,9%	222	67,7%
	ländlich	87	32,6%	19	31,1%	106	32,3%
	Blockbebauung ohne Grün						
Männer	nein	268	96,4%	70	94,6%	338	96,0%
	ja	10	3,6%	4	5,4%	14	4,0%
Frauen	nein	260	97,0%	55	90,2%	315	95,7%
	ja	8	3,0%	6	9,8%	14	4,3%
	Wohnen an verkehrsreicher Straße						
Männer	nein	182	64,8%	43	56,6%	225	63,0%
	ja	99	35,2%	33	43,4%	132	37,0%
Frauen	nein	172	64,2%	32	51,6%	204	61,8%
	ja	96	35,8%	30	48,4%	126	38,2%
	Ein-, Zweifamilien-, Reihenhaus						
Männer	nein	117	41,9%	33	45,2%	150	42,6%
	ja	162	58,1%	40	54,8%	202	57,4%
Frauen	nein	119	44,4%	28	45,9%	147	44,7%
	ja	149	55,6%	33	54,1%	182	55,3%
	SOZIALSTATUS						
	Unterschicht						
Männer	Mittel- o. Oberschicht	238	85,0%	65	85,5%	303	85,1%
	Unterschicht	42	15,0%	11	14,5%	53	14,9%
Frauen	Mittel- o. Oberschicht	222	82,2%	46	73,0%	268	80,5%
	Unterschicht	48	17,8%	17	27,0%	65	19,5%
	Oberschicht						
Männer	Unter- oder Mittelschicht	201	71,8%	55	72,4%	256	71,9%
	Oberschicht	79	28,2%	21	27,6%	100	28,1%
Frauen	Unter- oder Mittelschicht	222	82,2%	53	84,1%	275	82,6%
	Oberschicht	48	17,8%	10	15,9%	58	17,4%
	EMITTENTEN						
	Landwirtschaft oder Gärtnerei max. 50m vom Wohnhaus						
Männer	nein	240	85,4%	68	90,7%	308	86,5%
	ja	41	14,6%	7	9,3%	48	13,5%
Frauen	nein	223	82,6%	58	92,1%	281	84,4%
	ja	47	17,4%	5	7,9%	52	15,6%
	Viehhaltungsstall max. 50m vom Wohnhaus						
Männer	nein	249	88,6%	70	93,3%	319	89,6%
	ja	32	11,4%	5	6,7%	37	10,4%
Frauen	nein	242	89,6%	56	87,5%	298	89,2%
	ja	28	10,4%	8	12,5%	36	10,8%

Tabelle 9.3: Fortsetzung

	Prädiktor	alte Länder n	%	neue Länder n	%	Gesamt n	%
	EMITTENTEN						
	Lösungsmittelverarbeitender Betrieb max. 50m vom Wohnhaus						
Männer	nein	278	98,9%	75	100%	353	99,2%
	ja	3	1,1%	-		3	,8%
Frauen	nein	268	99,3%	63	98,4%	331	99,1%
	ja	2	,7%	1	1,6%	3	,9%
	KFZ-Werkstatt max. 50m vom Wohnhaus						
Männer	nein	264	94,0%	71	94,7%	335	94,1%
	ja	17	6,0%	4	5,3%	21	5,9%
Frauen	nein	253	93,7%	63	98,4%	316	94,6%
	ja	17	6,3%	1	1,6%	18	5,4%
	Chemische Reinigung max. 50m vom Wohnhaus						
Männer	nein	278	98,9%	73	97,3%	351	98,6%
	ja	3	1,1%	2	2,7%	5	1,4%
Frauen	nein	267	98,9%	63	98,4%	330	98,8%
	ja	3	1,1%	1	1,6%	4	1,2%
	Druckerei max. 50m vom Wohnhaus						
Männer	nein	277	98,6%	75	100%	352	98,9%
	ja	4	1,4%	-		4	1,1%
Frauen	nein	264	97,8%	64	100%	328	98,2%
	ja	6	2,2%	-		6	1,8%
	Tankstelle max. 50m vom Wohnhaus						
Männer	nein	277	98,6%	74	98,7%	351	98,6%
	ja	4	1,4%	1	1,3%	5	1,4%
Frauen	nein	261	96,7%	62	96,9%	323	96,7%
	ja	9	3,3%	2	3,1%	11	3,3%
	Sägewerk, Holzverarbeitung, Schreinerei max. 50m vom Wohnhaus						
Männer	nein	270	96,1%	75	100%	345	96,9%
	ja	11	3,9%	-		11	3,1%
Frauen	nein	259	96,3%	63	100%	322	97,0%
	ja	10	3,7%	-		10	3,0%
	Geruchsbelästigung durch Betriebe						
Männer	nein	244	86,5%	71	93,4%	315	88,0%
	ja	38	13,5%	5	6,6%	43	12,0%
Frauen	nein	221	81,9%	58	92,1%	279	83,8%
	ja	49	18,1%	5	7,9%	54	16,2%
	Eigene Versorgung mit Trinkwasser						
Männer	Wasserwerksversorgung	269	97,5%	73	96,1%	342	97,2%
	Eigenversorgung	7	2,5%	3	3,9%	10	2,8%
Frauen	Wasserwerksversorgung	255	98,1%	59	93,7%	314	97,2%
	Eigenversorgung	5	1,9%	4	6,3%	9	2,8%

Tabelle 9.3: Fortsetzung

	Prädiktor	alte Länder n	%	neue Länder n	%	Gesamt n	%
	INNENRAUM						
	zurzeit Raucher						
Männer	nein	194	68,8%	47	61,8%	241	67,3%
	ja	88	31,2%	29	38,2%	117	32,7%
Frauen	nein	179	66,3%	46	71,9%	225	67,4%
	ja	91	33,7%	18	28,1%	109	32,6%
	zurzeit Exraucher						
Männer	nein	214	75,9%	55	72,4%	269	75,1%
	ja	68	24,1%	21	27,6%	89	24,9%
Frauen	nein	230	85,2%	56	87,5%	286	85,6%
	ja	40	14,8%	8	12,5%	48	14,4%
	Schmutz von Arbeit in Wohnung, Befragter, 2stufig						
Männer	nie	192	68,1%	49	64,5%	241	67,3%
	öfter	90	31,9%	27	35,5%	117	32,7%
Frauen	nie	243	90,0%	58	90,6%	301	90,1%
	öfter	27	10,0%	6	9,4%	33	9,9%
	Dezentralheizung mit Holz / Kohle						
Männer	nein	267	95,0%	73	96,1%	340	95,2%
	ja	14	5,0%	3	3,9%	17	4,8%
Frauen	nein	262	97,4%	54	85,7%	316	95,2%
	ja	7	2,6%	9	14,3%	16	4,8%
	Holz/Kohle als Brennstoff in der Wohnung						
Männer	nein	218	77,6%	73	96,1%	291	81,5%
	ja	63	22,4%	3	3,9%	66	18,5%
Frauen	nein	223	82,9%	49	77,8%	272	81,9%
	ja	46	17,1%	14	22,2%	60	18,1%
	Prof. Schädlingsbekämpfung im letzten Jahr						
Männer	nein	274	97,2%	71	94,7%	345	96,6%
	ja	8	2,8%	4	5,3%	12	3,4%
Frauen	nein	268	99,3%	62	96,9%	330	98,8%
	ja	2	,7%	2	3,1%	4	1,2%
	Holzschutzmittel-Nutzung in Wohnung						
Männer	nein	236	87,1%	65	85,5%	301	86,7%
	ja	35	12,9%	11	14,5%	46	13,3%
Frauen	nein	227	89,4%	58	95,1%	285	90,5%
	ja	27	10,6%	3	4,9%	30	9,5%
	Biozidnutzung als Bautenschutz						
Männer	nein	253	90,0%	68	89,5%	321	89,9%
	ja	28	10,0%	8	10,5%	36	10,1%
Frauen	nein	250	92,9%	62	96,9%	312	93,7%
	ja	19	7,1%	2	3,1%	21	6,3%

Tabelle 9.3: Fortsetzung

	Prädiktor	alte Länder n	%	neue Länder n	%	Gesamt n	%
	BIOZIDE IM INNENRAUM						
	Letzte Biozidanwendung zur Tierpflege, 4stufig						
Männer	keine Anwendung	239	85,7%	70	92,1%	309	87,0%
	> 6 Monate	14	5,0%	3	3,9%	17	4,8%
	3 – 6 Monate	13	4,7%	-		13	3,7%
	< 3 Monate	13	4,7%	3	3,9%	16	4,5%
	Gesamt Männer	279	100%	76	100%	355	100%
Frauen	keine Anwendung	226	85,0%	56	88,9%	282	85,7%
	> 6 Monate	14	5,3%	2	3,2%	16	4,9%
	3 – 6 Monate	5	1,9%	3	4,8%	8	2,4%
	< 3 Monate	21	7,9%	2	3,2%	23	7,0%
	Gesamt Frauen	266	100%	63	100%	329	100%
	Biozide zur Tierpflege						
Männer	nein	239	85,1%	70	92,1%	309	86,6%
	ja	42	14,9%	6	7,9%	48	13,4%
Frauen	nein	226	83,7%	56	87,5%	282	84,4%
	ja	44	16,3%	8	12,5%	52	15,6%
	Regelmäßig Biozide zur Tierpflege anwenden						
Männer	nein	260	92,5%	75	98,7%	335	93,8%
	ja	21	7,5%	1	1,3%	22	6,2%
Frauen	nein	250	92,6%	61	95,3%	311	93,1%
	ja	20	7,4%	3	4,7%	23	6,9%
	Letzte Biozidanwendung zum Pflanzenschutz, 4stufig						
Männer	keine Anwendung	235	84,8%	67	89,3%	302	85,8%
	> 6 Monate	14	5,1%	3	4,0%	17	4,8%
	3 – 6 Monate	15	5,4%	4	5,3%	19	5,4%
	< 3 Monate	13	4,7%	1	1,3%	14	4,0%
	Gesamt	277	100%	75	100%	352	100%
Frauen	keine Anwendung	225	84,3%	53	84,1%	278	84,2%
	> 6 Monate	22	8,2%	3	4,8%	25	7,6%
	3 – 6 Monate	6	2,2%	4	6,3%	10	3,0%
	< 3 Monate	14	5,2%	3	4,8%	17	5,2%
	Gesamt	267	100%	63	100%	330	100%
	Letzte Biozidanwendung zum Vorratsschutz, 4stufig						
Männer	keine Anwendung	242	87,1%	63	84,0%	305	86,4%
	> 6 Monate	14	5,0%	2	2,7%	16	4,5%
	3 – 6 Monate	7	2,5%	5	6,7%	12	3,4%
	< 3 Monate	15	5,4%	5	6,7%	20	5,7%
Frauen	keine Anwendung	227	84,4%	54	87,1%	281	84,9%
	> 6 Monate	25	9,3%	7	11,3%	32	9,7%
	3 – 6 Monate	4	1,5%	-		4	1,2%
	< 3 Monate	13	4,8%	1	1,6%	14	4,2%

Tabelle 9.3: Fortsetzung

	Prädiktor	alte Länder n	%	neue Länder n	%	Gesamt n	%
	BIOZIDE IM INNENRAUM						
	Biozide zum Vorratsschutz						
Männer	nein	242	85,8%	63	82,9%	305	85,2%
	ja	40	14,2%	13	17,1%	53	14,8%
Frauen	nein	227	84,4%	54	84,4%	281	84,4%
	ja	42	15,6%	10	15,6%	52	15,6%
	Letzte Biozidanwendung zur Insektenvernichtung, 4stufig						
Männer	keine Anwendung	239	86,0%	59	78,7%	298	84,4%
	> 6 Monate	19	6,8%	5	6,7%	24	6,8%
	3 – 6 Monate	6	2,2%	5	6,7%	11	3,1%
	< 3 Monate	14	5,0%	6	8,0%	20	5,7%
Frauen	keine Anwendung	245	91,1%	46	73,0%	291	87,7%
	> 6 Monate	14	5,2%	4	6,3%	18	5,4%
	3 – 6 Monate	3	1,1%	8	12,7%	11	3,3%
	< 3 Monate	7	2,6%	5	7,9%	12	3,6%
	Letzte Biozidanwendung zum Textilschutz, 4stufig						
Männer	keine Anwendung	238	87,2%	68	93,2%	306	88,4%
	> 6 Monate	18	6,6%	3	4,1%	21	6,1%
	3 – 6 Monate	10	3,7%	-		10	2,9%
	< 3 Monate	7	2,6%	2	2,7%	9	2,6%
Frauen	keine Anwendung	234	87,0%	58	93,5%	292	88,2%
	> 6 Monate	14	5,2%	2	3,2%	16	4,8%
	3 – 6 Monate	11	4,1%	1	1,6%	12	3,6%
	< 3 Monate	10	3,7%	1	1,6%	11	3,3%
	Letzte Biozidanwendung zum Körperschutz, 4stufig						
Männer	keine Anwendung	226	80,4%	60	80,0%	286	80,3%
	> 6 Monate	34	12,1%	4	5,3%	38	10,7%
	3 – 6 Monate	8	2,8%	8	10,7%	16	4,5%
	< 3 Monate	13	4,6%	3	4,0%	16	4,5%
Frauen	keine Anwendung	217	80,4%	49	79,0%	266	80,1%
	> 6 Monate	31	11,5%	1	1,6%	32	9,6%
	3 – 6 Monate	6	2,2%	7	11,3%	13	3,9%
	< 3 Monate	16	5,9%	5	8,1%	21	6,3%
	Biozide zum Körperschutz						
Männer	nein	226	80,1%	60	78,9%	286	79,9%
	ja	56	19,9%	16	21,1%	72	20,1%
Frauen	nein	217	80,4%	49	76,6%	266	79,6%
	ja	53	19,6%	15	23,4%	68	20,4%

Tabelle 9.3: Fortsetzung

	Prädiktor	alte Länder n	%	neue Länder n	%	Gesamt n	%
	BERUFSTÄTIGKEIT						
	beschäftigt in Land-, Vieh, oder Gartenwirtschaft						
Männer	nein	254	96,9%	73	98,6%	327	97,3%
	ja	8	3,1%	1	1,4%	9	2,7%
	Gesamt	262	100%	74	100%	336	100%
Frauen	nein	246	99,2%	58	95,1%	304	98,4%
	ja	2	,8%	3	4,9%	5	1,6%
	Gesamt	248	100%	61	100%	309	100%
	Chemiker, Drucker, Kunststoffverarbeitung						
Männer	nein	258	98,5%	73	98,6%	331	98,5%
	ja	4	1,5%	1	1,4%	5	1,5%
Frauen	nein	246	99,2%	61	100%	307	99,4%
	ja	2	,8%			2	,6%
	Maler, Lackierer, Raumausstatter						
Männer	nein	259	98,9%	72	97,3%	331	98,5%
	ja	3	1,1%	2	2,7%	5	1,5%
Frauen	nein	248	100%	61	100%	309	100%
	Schneider, Bekleidungs- und Lederverarbeitung						
Männer	nein	261	99,6%	74	100%	335	99,7%
	ja	1	,4%	-		1	,3%
Frauen	nein	237	95,6%	59	96,7%	296	95,8%
	ja	11	4,4%	2	3,3%	13	4,2%
	Reinigungsfachkräfte						
Männer	nein	261	99,6%	74	100%	335	99,7%
	ja	1	,4%	-		1	,3%
Frauen	nein	242	97,6%	57	93,4%	299	96,8%
	ja	6	2,4%	4	6,6%	10	3,2%
	Krankenschwestern, Pfleger, med. Laboranten						
Männer	nein	259	98,9%	74	100%	333	99,1%
	ja	3	1,1%	-		3	,9%
Frauen	nein	231	93,1%	56	91,8%	287	92,9%
	ja	17	6,9%	5	8,2%	22	7,1%
	Elektriker, Transformatorenbauer						
Männer	nein	257	98,1%	74	100%	331	98,5%
	ja	5	1,9%	-		5	1,5%
Frauen	nein	247	99,6%	60	98,4%	307	99,4%
	ja	1	,4%	1	1,6%	2	,6%
	beschäftigt im/als/bei Straßenbau, Fahrer, Müllabfuhr						
Männer	nein	244	93,1%	70	94,6%	314	93,5%
	ja	18	6,9%	4	5,4%	22	6,5%
Frauen	nein	248	100%	60	98,4%	308	99,7%
	ja			1	1,6%	1	,3%

Tabelle 9.3: Fortsetzung

	Prädiktor	alte Länder n	%	neue Länder n	%	Gesamt n	%
	ERNÄHRUNG						
	Fisch bis 48 Std. vor Urinprobe						
Männer	nein	244	88,4%	58	78,4%	302	86,3%
	ja	32	11,6%	16	21,6%	48	13,7%
Frauen	nein	225	83,3%	51	79,7%	276	82,6%
	ja	45	16,7%	13	20,3%	58	17,4%
	Fischverzehr, 3stufig						
Männer	fast nie	29	10,3%	7	9,2%	36	10,1%
	1-4 x/Monat	224	79,7%	54	71,1%	278	77,9%
	mehrmals in der Woche	28	10,0%	15	19,7%	43	12,0%
Frauen	fast nie	25	9,3%	3	4,7%	28	8,4%
	1-4 x/Monat	216	80,0%	52	81,3%	268	80,2%
	mehrmals in der Woche	29	10,7%	9	14,1%	38	11,4%
	Fleisch (täglich)						
Männer	nein	208	73,8%	55	72,4%	263	73,5%
	ja	74	26,2%	21	27,6%	95	26,5%
Frauen	nein	229	84,8%	56	87,5%	285	85,3%
	ja	41	15,2%	8	12,5%	49	14,7%
	Wurst (mehrmals täglich)						
Männer	nein	259	91,8%	58	76,3%	317	88,5%
	ja	23	8,2%	18	23,7%	41	11,5%
Frauen	nein	265	98,1%	63	98,4%	328	98,2%
	ja	5	1,9%	1	1,6%	6	1,8%
	Geräuchertes (mindestens einmal/Woche)						
Männer	nein	226	80,1%	57	75,0%	283	79,1%
	ja	56	19,9%	19	25,0%	75	20,9%
Frauen	nein	245	91,4%	58	90,6%	303	91,3%
	ja	23	8,6%	6	9,4%	29	8,7%
	Gegrilltes (häufiger als einmal/Monat)						
Männer	nein	239	84,8%	59	77,6%	298	83,2%
	ja	43	15,2%	17	22,4%	60	16,8%
Frauen	nein	241	89,9%	52	81,3%	293	88,3%
	ja	27	10,1%	12	18,8%	39	11,7%
	Fast-food (mehrmals/Woche)						
Männer	nein	253	89,7%	70	92,1%	323	90,2%
	ja	29	10,3%	6	7,9%	35	9,8%
Frauen	nein	263	97,4%	64	100%	327	97,9%
	ja	7	2,6%			7	2,1%
	Eier (mehrmals/Woche)						
Männer	nein	229	81,2%	55	72,4%	284	79,3%
	ja	53	18,8%	21	27,6%	74	20,7%
Frauen	nein	219	81,4%	50	78,1%	269	80,8%
	ja	50	18,6%	14	21,9%	64	19,2%

Tabelle 9.3: Fortsetzung

	Prädiktor	alte Länder		neue Länder		Gesamt	
		n	%	n	%	n	%
	ERNÄHRUNG						
	Butter (mehrmals täglich)						
Männer	nein	249	88,3%	57	75,0%	306	85,5%
	ja	33	11,7%	19	25,0%	52	14,5%
Frauen	nein	228	84,4%	59	92,2%	287	85,9%
	ja	42	15,6%	5	7,8%	47	14,1%
	Milchkonsum, Milchgetränke, 3stufig						
Männer	seltener als einmal/Woche	99	35,1%	23	30,3%	122	34,1%
	ein- bis mehrmals/Woche	97	34,4%	30	39,5%	127	35,5%
	fast täglich und häufiger	86	30,5%	23	30,3%	109	30,4%
Frauen	seltener als einmal/Woche	71	26,5%	21	32,8%	92	27,7%
	ein- bis mehrmals/Woche	116	43,3%	23	35,9%	139	41,9%
	fast täglich und häufiger	81	30,2%	20	31,3%	101	30,4%
	Vegetarische Ernährung (ohne Fleisch)						
Männer	kein Vegetarier	275	97,5%	76	100%	351	98,0%
	Vegetarier	7	2,5%			7	2,0%
Frauen	kein Vegetarier	248	91,9%	62	96,9%	310	92,8%
	Vegetarier	22	8,1%	2	3,1%	24	7,2%
	Müsli etc. (fast täglich und häufiger)						
Männer	nein	261	92,6%	70	92,1%	331	92,5%
	ja	21	7,4%	6	7,9%	27	7,5%
Frauen	nein	227	84,4%	55	85,9%	282	84,7%
	ja	42	15,6%	9	14,1%	51	15,3%
	Obst (fast täglich und häufiger)						
Männer	nein	164	58,2%	26	34,2%	190	53,1%
	ja	118	41,8%	50	65,8%	168	46,9%
Frauen	nein	110	40,7%	17	26,6%	127	38,0%
	ja	160	59,3%	47	73,4%	207	62,0%
	Gemüse (fast täglich und häufiger)						
Männer	nein	252	89,7%	70	92,1%	322	90,2%
	ja	29	10,3%	6	7,9%	35	9,8%
Frauen	nein	219	82,0%	58	90,6%	277	83,7%
	ja	48	18,0%	6	9,4%	54	16,3%
	Rohkost (fast täglich und häufiger)						
Männer	nein	203	72,0%	58	76,3%	261	72,9%
	ja	79	28,0%	18	23,7%	97	27,1%
Frauen	nein	155	57,6%	40	62,5%	195	58,6%
	ja	114	42,4%	24	37,5%	138	41,4%
	Dosengemüse (mindestens einmal/Wo.)						
Männer	nein	113	40,2%	10	13,2%	123	34,5%
	ja	168	59,8%	66	86,8%	234	65,5%
Frauen	nein	137	51,1%	21	32,8%	158	47,6%
	ja	131	48,9%	43	67,2%	174	52,4%

Tabelle 9.3: Fortsetzung

	Prädiktor	alte Länder		neue Länder		Gesamt	
		n	%	n	%	n	%
	ERNÄHRUNG						
	Kaffee, 3stufig						
Männer	seltener	87	30,9%	11	14,5%	98	27,4%
	(fast) täglich	102	36,2%	28	36,8%	130	36,3%
	mehrmals täglich	93	33,0%	37	48,7%	130	36,3%
	Gesamt	282	100%	76	100%	358	100%
Frauen	seltener	76	28,1%	10	15,6%	86	25,7%
	(fast) täglich	97	35,9%	26	40,6%	123	36,8%
	mehrmals täglich	97	35,9%	28	43,8%	125	37,4%
	Gesamt	270	100%	64	100%	334	100%
	Schwarzer Tee, 3stufig						
Männer	(fast) nie	123	43,6%	40	52,6%	163	45,5%
	einmal/Wo. und seltener	88	31,2%	27	35,5%	115	32,1%
	häufiger als einmal/Wo.	71	25,2%	9	11,8%	80	22,3%
Frauen	(fast) nie	95	35,8%	31	48,4%	126	38,3%
	einmal/Wo. und seltener	92	34,7%	23	35,9%	115	35,0%
	häufiger als einmal/Wo.	78	29,4%	10	15,6%	88	26,7%
	Gesamt	265	100%	64	100%	329	100%
	Alkoholkonsum (g/Tag)						
Männer	abstinent	25	8,9%	7	9,2%	32	8,9%
	bis 30 g/Tag	214	75,9%	58	76,3%	272	76,0%
	über 30 g/Tag	43	15,2%	11	14,5%	54	15,1%
Frauen	abstinent	71	26,3%	11	17,2%	82	24,6%
	bis 30 g/Tag	197	73,0%	51	79,7%	248	74,3%
	über 30 g/Tag	2	,7%	2	3,1%	4	1,2%
	Leitungswasservolumen (ml/Tag) Quartile						
Männer	0-375	59	21,3%	18	24,0%	77	21,9%
	437,5-687,5	93	33,6%	29	38,7%	122	34,7%
	750-1125	69	24,9%	15	20,0%	84	23,9%
	1187,5-3125,5	56	20,2%	13	17,3%	69	19,6%
	Gesamt	277	100%	75	100%	352	100%
Frauen	0-375	44	16,8%	15	23,4%	59	18,1%
	437,5-687,5	76	29,0%	18	28,1%	94	28,8%
	750-1125	67	25,6%	24	37,5%	91	27,9%
	1187,5-3125,5	75	28,6%	7	10,9%	82	25,2%
	Gesamt	262	100%	64	100%	326	100%
	Sonstiges						
	Jahreszeit der Morgenurinprobe						
Männer	warme Zeit (Mai - Sept.)	119	42,2%	30	39,5%	149	41,6%
	kalte Zeit (Okt. - Apr.)	163	57,8%	46	60,5%	209	58,4%
	Gesamt	282	100%	76	100%	358	100%
Frauen	warme Zeit (Mai - Sept.)	85	31,5%	27	42,2%	112	33,5%
	kalte Zeit (Okt. - Apr.)	185	68,5%	37	57,8%	222	66,5%
	Gesamt	270	100%	64	100%	334	100%

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998.

Tabelle 9.4.1: Lineares Abschlussmodell von 4-Monochlorphenol (µg/l, logarithm.)

4-Monochlorphenol n=663, FG=6	**Nicht standard. Koeffi-zienten**	**Stan-dard-fehler**	**Standard. Koeffi-zienten**	**Signi-fikanz**	**Kolline-ri-täts-statistik**	**erklärter Varianz-anteil**
Prädiktoren	**B**		**Beta**		**Toleranz**	**Beta*r (%)**
(Konstante)	,878	,125		,000		
log. **Kreatinin** im Urin (g/l)	,542	,051	,433	,000	,758	15,5
Geschlecht **weiblich**	,187	,055	,131	,001	,851	0,12
Alter in vollendeten Jahren	4,701E-03	,002	,092	,020	,806	0,63
Letzte Biozidanwendung zum **Textilschutz**, 4stufig Monate	,121	,040	,108	,002	,995	1,20
Alkohol >30g/Tag, Referenz alle übrigen	,364	,096	,139	,000	,936	1,58
Trinkwasservolumen aus Leitungen 4-stufig (Quartile ml/T)	4,942E-02	,024	,072	,043	,981	0,31
R ,423	**R-Quadrat** ,179			**Korrigiertes R-Quadrat** ,171		

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998.

Tabelle 9.4.2: Erklärte Varianzen verschiedener linearer Modelle von 4-MonoCP

	Eingangsmodell			**abschließendes Modell**		
Zielgröße	**n**	**R^2 (Korrigiertes R^2)**	**FG**	**n**	**R^2 (Korrigiertes R^2)**	**FG**
LN 4-MonoCP	500	0,279 (0,167)	67	663	0,179 (0,171)	6
LN 4-MonoCP / Kreatinin ^{0,446}	500	0,187 (0,061)	67	663	0,069 (0,055)	6

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998.

Tabelle 9.4.3: Lineares Modell von 4-MonoCP im Urin für die neuen Bundesländer

4-Monochlorphenol n=135, FG=3	**Nicht standard. Koeffi-zienten**	**Standard-fehler**	**Standard. Koeffi-zienten**	**Signifi-kanz**	**Kollinea-ri-tätssta-tistik**
Prädiktoren	**B**		**Beta**		**Toleranz**
(Konstante)	1,516	,066		,000	
Kreatinin im Morgenurin (g/l) logarithmiert	,301	,100	,243	,003	,995
Krankenschwestern, Pfleger, Laboranten (n=5)	1,107	,310	,288	,001	,994
Alkohol >30g/Tag (n=13)	,373	,199	,151	,063	,994
	R-Quadrat ,156		**Korrigiertes R-Quadrat** ,136		

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998.

Tabelle 9.4.4: Logistisches Eingangsmodell von 4-Monochlorphenol: Unteres vs. oberes Tertil

4-Monochlorphenol n=429, n=201 im unteren Tertil, n=228 im oberen Tertil, FG=67	p	OR	95%-Konfidenzintervall für OR	
Prädiktoren			**Unterer W.**	**Oberer W.**
log. Kreatinin im Morgenurin (g/l)	,000	2,233	1,426	3,498
Alkohol >30g/Tag	,000	11,456	3,583	36,631
Alter in vollendeten Jahren	,001	1,041	1,017	1,065
Eigene Versorgung mit Trinkwasser	,005	11,067	2,099	58,346
Geschlecht, weiblich	,006	2,301	1,263	4,195
Wohngebiet ländlich vs. (vor)städtisch	,017	2,078	1,142	3,781
Tankstelle max. 50m vom Wohnhaus	,023	6,401	1,288	31,821
Kaffee fast tägl. / mehrmals tägl./ seltener, 3stufig	,030	1,411	1,034	1,925
Landesteil 1988 Ausland	,042	,168	,030	,937
Letzte Biozidanwendung zum Textilschutz, 4stufig	,053	1,472	,995	2,178
Ein-, Zweifamilienhaus, Reihenhaus	,069	,597	,342	1,041
Gegrilltes mehr als 1x/Mon.	,085	1,827	,921	3,626
mehrmals/Wo Eier	,093	1,764	,909	3,423
zurzeit Raucher	,099	,606	,335	1,098
beschäftigt in Land-, Vieh-, Gartenwirtschaft	,103	,176	,022	1,425
Landwirt o. Gärtnerei max. 50m vom Wohnhaus	,127	,549	,255	1,186
kein oder wenig Fisch vs. viel Fisch, 3stufig	,132	,656	,379	1,135
vegetarische Ernährung	,137	2,715	,728	10,126
Wurst mehrmals täglich	,137	,381	,107	1,357
Viehhaltungsstall max. 50m vom Wohnhaus	,142	,521	,218	1,245
Milchkonsum, Milchgetränke, 3stufig	,155	,801	,589	1,088
Letzte Biozidanwendung zum Pflanzenschutz, 4stufig	,175	1,260	,902	1,758
Müsli etc. täglich und häufiger	,210	1,673	,748	3,740
Geräuchertes mindestens 1x/Wo.	,235	1,527	,759	3,071
Schneider, Bekleidungs- und Lederverarbeitung	,235	,394	,085	1,832
Raumausstatter, Lackierer, Maler	,255	,201	,013	3,176
Teekonsum (schwarzer Tee), dreistufig	,306	1,190	,853	1,661
Rohkost fast tägl. und häufiger	,330	,757	,433	1,325
KrankenKrankenschwestern, Pfleger, Laboranten	,333	1,770	,558	5,618
Sägewerk, Schreinerei max. 50m vom Wohnhaus	,345	,521	,134	2,016
Lackiererei o.ä. max. 50m vom Wohnhaus	,348	,287	,021	3,894
Elektriker, Transformatorenbauer	,370	3,097	,262	36,619
Letzte Biozidanwendung zum Vorratsschutz, 4stufig	,378	,865	,627	1,194
Fleisch täglich	,387	,765	,417	1,404
log. Body- Mass-Index	,441	,556	,125	2,475
Gewichtsabnahme in den letzten 3 Jahren	,449	,769	,389	1,518
Druckerei max. 50m vom Wohnhaus	,480	1,859	,333	10,374
Anstrengende Tätigkeit 2stufig	,538	1,211	,659	2,222
Holzschutzmittel-Nutzung in Wohnung	,543	,783	,355	1,724
Letzte Biozidanwendung zum Körperschutz, 4stufig	,575	,913	,663	1,256
Chemiker, Drucker, Kunststoffverarbeitung	,579	2,147	,144	31,961
Obst täglich	,614	1,148	,671	1,964
Chem. Reinigung max. 50m vom Wohnhaus	,621	,589	,072	4,801
Oberschicht	,627	1,156	,644	2,078
Reinigungsfachkräfte	,631	,629	,095	4,167

Tabelle 9.4.4: Fortsetzung

4-Monochlorphenol (Tertilvergleich) n=429, FG=67	p	OR	95%-Konfidenz-intervall für OR	
Prädiktoren			**Unterer W.**	**Oberer W.**
Gewichtszunahme in den letzten 3 Jahren	,633	1,140	,666	1,948
Prof. Schädlingsbekämpfung im letzten Jahr	,643	,669	,122	3,668
Fisch bis 48 Std. vor der Urinprobe	,660	1,150	,617	2,144
Straßenbau, Fahrer, Müllabfuhr	,670	1,315	,374	4,621
Trinkwasservolumen aus Leitungen des Haushalts [ml/d]	,703	1,000	1,000	1,001
Biozidnutzung als Bautenschutz	,709	1,199	,462	3,116
Morgenurinprobe – kalte Jahreszeit	,751	,922	,559	1,522
Letzte Biozidanwendung zur Tierpflege, 4stufig	,769	,956	,708	1,290
Geruchsbelästigung durch Betriebe	,791	1,100	,543	2,228
Staatsangehörigkeit auch ausländisch	,801	1,187	,312	4,520
Wohnort alte Länder=0, neue Länder=1	,848	1,064	,563	2,010
Letzte Biozidanwendung zur Insektenvernichtung, 4stufig	,850	1,034	,729	1,467
Unterschicht	,851	1,067	,540	2,108
Gemüse fast tägl. und häufiger	,859	1,065	,532	2,131
Alkohol <30g/Tag	,877	1,053	,549	2,020
mit Schmutz an Arbeitskleidung in Wohnung, Befragter, 2stufig	,882	1,050	,547	2,015
zurzeit Exraucher	,910	1,036	,559	1,923
mit Holz oder Kohle Dezentralheizung	,932	,954	,323	2,819
Fast-food mehrmals/Woche	,935	1,053	,303	3,661
Butter mehrmals täglich	,966	1,015	,506	2,037
Blockbebauung ohne Grün	,985	1,011	,320	3,197
Dosengemüse (1mal/Woche und mehr)	,985	1,005	,603	1,675
Konstante	,639	,307		

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998.

Tabelle 9.4.5: Häufigkeiten für Alkoholkonsum und 4-MonoCP im Urin

	4-Monochlorphenol im Urin		
Alkoholmenge pro Tag	**Unteres Tertil n=230**	**Oberes Tertil n=231**	**Gesamt n=461**
kein Alkohol	46	42	88
<30 Gramm	170	164	334
>30 Gramm	14	25	39

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998.

Tabelle 9.5.1: Lineares Abschlussmodell von 2,4-Dichlorphenol (µg/l, logarithmiert)

2,4-DiCP: n=673, FG= 8, R^2 0,23	**Nicht standardisierte Koeffizienten**	**Standardfehler**	**Standardisierte Koeffizienten**	**Signifikanz**	**Kollinearitätsstatistik**	**erklärter Varianzanteil**
Prädiktoren	**B**		**Beta**		**Toleranz**	**beta*r (%)**
Konstante	-2,102	,228		,000		
log. **Kreatinin** im Urin (g/l)	1,051	,084	,468	,000	,834	19,8
Alter in vollendeten Jahren	1,256E-02	,004	,135	,001	,747	0,96
zurzeit **Raucher**	,251	,096	,091	,009	,954	0,75
Geruchsbelästigung d. Betriebe	,258	,128	,069	,044	,988	0,40
Letzte **Biozidanwendung zum Textilschutz**, 4stufig	,231	,070	,114	,001	,985	1,37
Fischkonsum 1-4x/Monat vs. übrige	,283	,155	,089	,068	,488	0,52
Fischkonsum mehrmals/Woche vs. übrige	,372	,198	,092	,061	,479	0,53
Gegrilltes mehr als 1x/Mon. vs. seltener	,360	,129	,098	,005	,949	0,85

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998.

Tabelle 9.5.2: Erklärte Varianzen verschiedener linearer Modelle von 2,4-Dichlorphenol

	Eingangsmodell			**Abschlussmodell**		
Zielgröße	**n**	**R^2 (Korrigiertes R^2)**	**FG**	**n**	**R^2 (Korrigiertes R^2)**	**FG**
LN 2,4-DiCP (µg/L)	500	0,314 (0,208)	67	673	0,230 (0,220)	8
LN 2,4-DiCP/ Kreatinin (µg/g)	500	0,163 (0,033)	67	673	0,060 (0,051)	7

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998.

Tabelle 9.5.3: Logistisches Eingangsmodell von 2,4-Dichlorphenol (Tertilvergleich)

2,4-Dichlorphenol (Tertile) n=424, unteres Tertil n=210, oberes Tertil n =214, FG=67	p	OR	95%-Konfidenzintervall für OR	
			Unterer	Oberer W.
Konstante	,290	,055		
Alter in vollendeten Jahren	,000	1,067	1,040	1,095
Gegrilltes mehr als 1x/Mon.	,000	4,545	2,101	9,831
log. Kreatinin im Morgenurin (g/l)	,000	4,670	2,764	7,891
Gemüse fast tägl. bis mehrmals tägl.	,006	2,918	1,352	6,298
Teekonsum (schwarzer T.) 3stufig	,011	1,560	1,107	2,199
Müsli etc.täglich bis mehrmals täglich	,013	3,166	1,275	7,861
Fleisch täglich	,015	,429	,216	,850
Druckerei max. 50m vom Wohnhaus	,018	9,299	1,474	58,658
Letzte Biozidanwendung zur Insektenvernichtung, 4stufig	,020	1,572	1,075	2,300
Wohnort neue Länder (Referenz: alte Länder)	,025	2,196	1,103	4,373
Geruchsbelästigung durch Betriebe	,037	2,285	1,051	4,966
Obst täglich	,037	,525	,287	,962
Eigene Versorgung mit Trinkwasser	,068	4,233	,898	19,944
Viehhaltungsstall max. 50m vom Wohnhaus	,089	,412	,149	1,144
Alkohol >30g/Tag	,092	2,739	,847	8,854
Letzte Biozidanwendung zum Textilschutz, 4stufig	,092	1,384	,949	2,019
Prof. Schädlingsbekämpfung im letzten Jahr	,102	4,890	,728	32,850
Landesteil 1988 Ausland	,120	3,231	,737	14,164
Geschlecht weiblich	,149	1,599	,846	3,023
Sägewerk, Schreinerei max. 50m vom Wohnhaus	,152	3,325	,643	17,184
Wurst mehrmals täglich	,165	,440	,138	1,402
Chem. Reinigung max. 50m vom Wohnhaus	,166	,227	,028	1,849
Gewichtszunahme in den letzten 3 Jahren	,170	1,492	,843	2,643
Anstrengende Tätigkeit 2stufig	,193	1,525	,808	2,878
Fisch, 3stufig: kein / wenig Fisch / viel	,194	1,449	,828	2,535
zurzeit Raucher	,240	1,474	,771	2,818
Straßenbau, Fahrer, Müllabfuhr	,256	,453	,116	1,773
Fast-food mehrmals/Wo	,258	2,073	,586	7,328
Milchkonsum, Milchgetränke, dreistufig	,276	,829	,592	1,162
Rohkost fast tägl. bis mehrmals tägl.	,298	,721	,389	1,336
Biozidnutzung als Bautenschutz	,308	,563	,187	1,699
log. Body- Mass- Index	,318	,439	,087	2,209
Blockbebauung ohne Grün	,328	1,863	,535	6,487
Tankstelle max. 50m vom Wohnhaus	,330	,472	,104	2,140
Letzte Biozidanwendung zum Pflanzenschutz, 4stufig	,332	1,192	,836	1,698
Kaffee, 3stufig: fast tägl. / mehrmals tägl./weniger	,332	,844	,598	1,189
vegetarische Ernährung	,345	1,930	,493	7,560
Ein-, Zweifamilien-, Reihenhaus	,373	1,308	,725	2,360
zurzeit Exraucher	,373	1,375	,683	2,765
Reinigungsfachkräfte	,375	,407	,056	2,970
Lackiererei o.ä. max. 50m vom Wohnhaus	,397	,317	,022	4,521
Eier mehrmals/Wo	,409	,741	,364	1,508
Letzte Biozidanwendung zur Tierpflege, 4stufig	,459	,878	,622	1,240
Schmutz von Arbeit in Wohnung, Befragter, 2stufig	,467	1,309	,634	2,702
Schneider, Bekleidungs- und Lederverarbeitung	,469	,516	,086	3,095
Geräuchertes 1x/Wo.	,497	1,285	,623	2,651

Tabelle 9.5.3: Fortsetzung

2,4-Dichlorphenol (Tertile) **n=424, 0=210, 1=214** **FG=67**	**p**	**OR**	**95%-Konfidenz-intervall für OR**	
			Unterer W.	**Oberer W.**
Oberschicht	,528	1,225	,652	2,300
Raumausstatter, Lackierer, Maler	,537	2,420	,147	39,965
Landwirt o. Gärtnerei max. 50m vom W.	,546	,782	,352	1,738
mit Holz oder Kohle Dezentralheizung	,572	,694	,196	2,463
Butter mehrmals täglich	,578	1,231	,592	2,557
Trinkwasservolumen aus Leitungen des Haushalts [ml/d]	,606	1,000	,999	1,000
Fisch bis 48 Std. vor Urinprobe	,609	1,198	,599	2,396
Letzte Biozidanwendung zum Vorratsschutz, 4stufig	,621	1,087	,781	1,512
Morgenurinprobe – Jahreszeit kalt (Referenz: warm)	,647	,883	,519	1,503
Krankenschwestern, Pfleger, Laboranten	,657	1,310	,399	4,303
Unterschicht	,706	,869	,419	1,803
Wohngebiet ländlich vs. (vor)städtisch	,707	,889	,481	1,643
beschäftigt in Land-, Vieh-, Gartenwirtschaft	,729	1,462	,171	12,494
Staatsangehörigkeit auch ausländisch	,736	1,310	,273	6,297
Gewichtsabnahme in den letzten 3 Jahren	,742	,881	,414	1,874
Holzschutzmittel-Nutzung in Wohnung	,746	1,168	,456	2,992
Elektriker, Transformatorenbauer	,852	,813	,092	7,162
Alkohol <30g/Tag	,902	1,046	,514	2,127
Letzte Biozidanwendung zum Körperschutz, 4stufig	,983	1,004	,715	1,410
Dosengemüse 1mal/Woche und mehr	,995	,998	,577	1,729
Chemiker, Drucker, Kunststoffverarbeitung	,997	,996	,091	10,886

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998.

Tabelle 9.6.1: Lineares Abschlussmodell von 2,5-Dichlorphenol (µg/l, logarithm.)

R	R-Quadrat	Korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers
,488	,239	,226	1,30345

2,5-Dichlorphenol [µg/l Urin], log. n=627, FG =10	Nicht standardisierte Koeffizienten	Standardfehler	Standardisierte Koeffizienten	Signifikanz	Kollinearitätsstatistik	erklärter Varianzanteil
	B		Beta		Toleranz	beta*r (%)
(Konstante)	-,579	,175		,001		
log. **Kreatinin** im Morgenurin (g/l)	1,043	,090	,408	,000	,991	16,5
BMI ≥25 kg/m^2 (Referenz <25 kg/m^2)	,239	,107	,079	,026	,979	0,65
Staatsangehörigkeit auch ausländisch (Referenz: deutsch)	,633	,278	,080	,023	,992	0,71
Wohnort neue Länder (Referenz alte Länder)	,311	,131	,085	,018	,968	0,82
Oberschicht (Referenz Unter-, Mittelschicht)	-,207	,123	-,060	,093	,988	0,37
Prof. Schädlingsbekämpfung i. letzten J.	,562	,332	,060	,090	,990	0,41
Letzte **Biozidanwendung zum Textilschutz**, 4stufig	,366	,085	,151	,000	,992	2,22
regelmäßig **Biozide gegen Insekten**	,608	,210	,103	,004	,982	1,26
Fischkonsum 3stufig kein; 1-4x/Mon.; häufiger	,258	,115	,080	,025	,979	0,74
Krankenschwestern, Pfleger, Laboranten	,466	,267	,062	,082	,991	0,16

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998.

Tabelle 9.6.2: Erklärte Varianzen verschiedener linearer Modelle von 2,5-Dichlorphenol im Urin

	Eingangsmodell				**Abschlussmodell**			
Zielgröße	**n**	**R^2 (Korrigiertes R^2)**		**FG**	**n**	**R^2 (Korrigiertes R^2)**		**FG**
LN 2,5-DiCP	500	0,332	0,248	67	674	0,239	0,226	10
LN 2,5-DiCP/ Kreatinin	500	0,196	0,097	67	637	0,087	0,068	9

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998.

Tabelle 9.6.3: Logistisches Eingangsmodell von 2,5-DiCP: Unteres versus oberes Tertil

2,5-DiCP, n=337 unteres Tertil=168, oberes Tertil=169 -2 Log-Likelihood =291,0 Chi-Quadrat=176,2; FG=67, Cox & Snell R^2 40,7%	**p**	**OR**	**95%-Konfidenz-intervall für OR**	
			Unterer W.	Oberer W.
Konstante	,358	,037		
log. Kreatinin im Morgenurin (g/l)	,000	25,294	11,171	57,272
Letzte Biozidanwendung zum Textilschutz, 4stufig	,010	1,958	1,173	3,268
Alter in vollendeten Jahren	,018	1,039	1,007	1,073
Fast-food mehrmals/Wo	,022	10,898	1,408	84,360
Wohnort neue Länder (Referenz: alte Länder)	,046	2,421	1,016	5,765
Tankstelle max. 50m vom Wohnhaus	,080	,176	,025	1,233
Letzte Biozidanwendung zum Körperschutz, 4stufig	,095	1,499	,932	2,411
Geruchsbelästigung durch Betriebe	,113	2,258	,825	6,180
Wohngebiet ländlich vs. (vor)städtisch	,116	,536	,246	1,167
Landesteil 1988 Ausland	,121	5,172	,649	41,214
Müsli etc.tägl. bis mehrmals tägl	,141	2,589	,729	9,196
Schmutz von Arbeit in Wohnung, Befragter, 2stufig	,146	,530	,225	1,248
Holzschutzmittel-Nutzung in Wohnung	,146	2,457	,732	8,250
Letzte Biozidanwendung gegen Insekten, 4stufig	,159	1,414	,874	2,290
Milchkonsum, Milchgetränke, dreistufig	,239	,760	,481	1,200
Wurst mehrmals täglich	,242	,400	,086	1,858
Letzte Biozidanwendung zum Pflanzenschutz, 4stufig	,242	,763	,485	1,201
Fisch bis 48 Std. vor Urinprobe	,249	1,682	,694	4,076
Gewichtsabnahme in den letzten 3 Jahren	,255	,566	,213	1,509
Reinigungsfachkräfte	,276	,280	,028	2,758
Schhneider, Bekleidungs- und Lederverarbeitung	,285	,331	,044	2,506
Straßenbau, Fahrer, Müllabfuhr	,311	,449	,096	2,114
Raumausstatter, Lackierer, Maler	,313	6,808	,164	282,311
Chemiker, Drucker, Kunststoffverarbeitung	,316	,188	,007	4,922
Staatsangehörigkeit (auch) ausländisch	,327	3,496	,287	42,626
Chem. Reinigung max. 50m vom Wohnhaus	,330	,240	,014	4,247
zurzeit Raucher	,338	,660	,282	1,543
Sägewerk, Schreinerei max. 50m vom Wohnhaus	,339	,369	,048	2,843
mit Holz oder Kohle Dezentralheizung	,342	2,188	,435	10,999
Oberschicht	,411	,709	,312	1,611
Morgenurinprobe – kalte Jahreszeit	,427	,756	,379	1,508
Geschlecht weiblich	,432	1,394	,609	3,193
zurzeit Exraucher	,432	1,424	,590	3,437
Unterschicht	,501	1,374	,544	3,474
Fisch, 3stufig kein oder wenig vs. viel Fisch	,524	1,302	,578	2,935
Letzte Biozidanwendung zum Vorratsschutz, 4stufig	,532	1,142	,754	1,728
Fleisch täglich	,541	1,321	,541	3,228
Letzte Biozidanwendung zur Tierpflege, 4stufig	,554	,877	,568	1,354
Land-, Vieh-, Gartenwirtschaft	,563	,494	,045	5,383
Krankenschwestern, Pfleger, Laboranten	,574	1,535	,344	6,841
Ein-, Zweifamilienhaus, Reihenhaus	,576	,801	,368	1,744
Alkohol < 30g/Tag	,588	,771	,301	1,973
Geräuchertes 1x/Wo.	,594	,760	,277	2,084
Elektriker, Transformatorenbauer	,601	,375	,010	14,715

Tabelle 9.6.3: Fortsetzung

2,5-DiCP, n=337 unteres Tertil=168, oberes Tertil=169 -2 Log-Likelihood =291,0 Chi-Quadrat=176,2; FG=67, Cox & Snell R^2 40,7%	**p**	**OR**	**95%-Konfidenz-intervall für OR**	
			Unterer W.	Oberer W.
Gewichtszunahme in den letzten 3 Jahren	,614	1,216	,569	2,598
Alkohol >30g/Tag	,651	1,432	,302	6,789
Rohkost fast tägl. bis mehrmals tägl.	,660	,828	,358	1,916
Anstrengende Tätigkeit 2stufig	,662	1,212	,511	2,873
Lackiererei o.ä. max. 50m vom Wohnhaus	,680	2,319	,043	125,447
Eier mehrmals/Wo	,688	1,191	,508	2,791
Druckerei max. 50m vom Wohnhaus	,716	1,535	,152	15,451
Dosengemüse 1mal/Woche und mehr	,730	1,132	,560	2,289
Eigene Versorgung mit Trinkwasser	,791	,701	,051	9,639
Viehhaltungsstall max. 50m vom Wohnhaus	,796	,871	,307	2,473
Landwirt o. Gärtnerei max. 50m vom Wohnhaus	,852	,899	,295	2,741
Trinkwasservolumen aus Leitungen des Haushalts [ml/d]	,854	1,000	,999	1,001
Gegrilltes mehr als 1x/Mon.	,873	1,083	,408	2,872
Biozidnutzung als Bautenschutz	,888	1,102	,285	4,263
Prof. Schädlingsbekämpfung im letzten Jahr	,900	1,133	,161	7,964
BMI logarithmiert	,906	,884	,116	6,733
vegetarische Ernährung	,906	,906	,174	4,708
Obst täglich	,918	,961	,453	2,038
Blockbebauung ohne Grün	,926	1,089	,181	6,549
Kaffee, 3stufig: fast tägl. mehrmals tägl. und weniger	,938	1,017	,658	1,573
Gemüse fast tägl. bis mehrmals tägl.	,944	,963	,333	2,783
Teekonsum (schwarzer Tee), dreistufig	,978	,994	,634	1,558
Butter mehrmals täglich	,992	,995	,382	2,592

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998.

Tabelle 9.7: Logisitsches Eingangsmodell von 2,6-Dichlorphenol: Unter der Bestimmungsgrenze versus darüber

2,6-Dichlorphenol über BG vs. darunter 67 Variablen, n=500, Referenz n=373, über Bestimmungsgrenze n=127	**p**	**OR**	**95%- Konfidenzintervall für OR**	
Prädiktoren			Unterer W.	Oberer W.
Konstante	,817	,494		
log. Kreatinin im Morgenurin (g/l)	,000	12,509	6,257	25,006
Müsli etc.tägl. bis mehrmals tägl.	,002	3,844	1,647	8,968
Butter mehrmals täglich	,010	2,656	1,260	5,596
Schmutz von Arbeit in Wohnung, Befragter, 2stufig	,034	2,108	1,057	4,206
Letzte Biozidanwendung zum Körperschutz, 4stufig	,042	1,432	1,013	2,025
Sägewerk, Schreinerei max. 50m vom Wohnhaus	,062	4,375	,927	20,641
Geschlecht weiblich	,062	1,943	,967	3,902
Landwirtschaft o. Gärtnerei max. 50m vom Wohnhaus	,076	2,085	,927	4,694
mit Holz oder Kohle Dezentralheizung	,137	,290	,057	1,480
Gewichtszunahme in den letzten 3 Jahren	,137	1,580	,864	2,887
Alkohol >30g/Tag	,164	2,273	,716	7,221
Anstrengende Tätigkeit 2stufig	,168	1,599	,820	3,116
Milchkonsum, Milchgetränke, dreistufig	,187	,786	,549	1,124
Holzschutzmittel-Nutzung in Wohnung	,188	,540	,216	1,352
Alter in vollendeten Jahren	,219	1,017	,990	1,045
mehrmals täglich Wurst	,228	,459	,130	1,626
Letzte Biozidanwendung zum Vorratsschutz, 4stufig	,250	1,215	,872	1,694
Fleisch täglich	,250	,650	,311	1,355
log Body-Mass-Index	,268	,356	,057	2,210
Prof. Schädlingsbekämpfung im letzt. Jahr	,295	,365	,055	2,409
Chemiker, Drucker, Kunststoffverarbeitung	,320	3,110	,333	29,061
kein oder wenig Fisch vs. viel Fischesser	,320	1,364	,739	2,518
Viehhaltungsstall max. 50m vom Wohnhaus	,345	,622	,232	1,665
Chem. Reinigung max. 50m vom Wohnhaus	,347	,285	,021	3,890
Krankenschwestern, Pfleger, Laboranten	,366	,490	,104	2,304
Gewichtsabnahme in den letzten 3 Jahren	,382	,689	,298	1,590
Letzte Biozidanwendung zur Tierpflege, 4stufig	,396	,844	,572	1,248
Gemüse fast tägl. bis mehrmals tägl.	,423	1,386	,624	3,078
Wohngebiet ländlich vs. (vor)städtisch	,424	,772	,409	1,456
Eigene Versorgung mit Trinkwasser	,428	,351	,026	4,676
Schneider, Bekleidungs- und Lederverarbeitung	,459	,001	,000	179532,1
Teekonsum (schwarzer Tee), 3-stufig	,471	1,150	,786	1,682
mehrmals/Wo Fast-food	,515	1,550	,414	5,801
zurzeit Raucher	,523	,798	,400	1,594
Alkohol <30g/Tag	,528	,787	,373	1,659
Ein-, Zweifamilienhaus, Reihenhaus	,548	,826	,443	1,541
Letzte Biozidanwendung zum Textilschutz, 4stufig	,560	1,127	,753	1,687
Letzte Biozidanwendung zur Insektenvernichtung, 4stufig	,564	,880	,572	1,356
Dosengemüse 1mal/Woche und mehr	,588	,848	,466	1,541
Geruchsbelästigung durch Betriebe	,591	1,242	,564	2,738
Morgenurinprobe – Jahreszeit	,592	1,169	,660	2,070
Eier mehrmals/Wo	,605	,818	,383	1,748
Reinigungsfachkräfte	,610	1,888	,165	21,637
Gegrilltes mehr als 1x/Mon.	,620	,810	,352	1,864

Tabelle 9.7: Fortsetzung

2,6-Dichlorphenol über BG 67 Variablen, n=500, Referenz n=373, Fälle=127	p	OR	95%-Konfidenz-intervall für OR	
Prädiktoren			**Unterer W.**	**Oberer W.**
Fisch bis 48 Std. vor Urinprobe	,637	1,192	,574	2,473
Druckerei max. 50m vom Wohnhaus	,658	,600	,063	5,751
Land-, Vieh-, Gartenwirtschaft	,659	,564	,044	7,170
Unterschicht	,693	1,172	,533	2,574
Raumausstatter, Lackierer, Maler	,706	1,566	,152	16,097
Oberschicht	,741	1,118	,578	2,160
Straßenbau, Fahrer, Müllabfuhr	,753	,765	,144	4,054
vegetarische Ernährung	,763	1,250	,293	5,340
Staatsangehörigkeit (auch) ausländisch	,810	1,193	,283	5,025
Landesteil 1988 Ausland	,811	,787	,111	5,573
Blockbebauung ohne Grün	,819	1,161	,325	4,144
Geräuchertes 1x/Wo.	,824	,914	,415	2,014
Obst täglich	,832	1,069	,577	1,981
Biozidnutzung als Bautenschutz	,835	1,117	,394	3,169
Elektriker, Transformatorenbauer	,853	1,252	,116	13,464
Trinkwasservolumen aus Leitungen des Haushalts [ml/d]	,880	1,000	1,000	1,001
Rohkost fast tägl. bis mehrmals tägl.	,888	1,048	,545	2,018
Lackiererei o.ä. max. 50m vom Wohnhaus	,921	,871	,057	13,225
zurzeit Exraucher	,935	,970	,465	2,022
Kaffee, 3stufig: fast tägl./ mehrmals tägl./ weniger	,943	,987	,690	1,413
Tankstelle max. 50m vom Wohnhaus	,947	1,058	,201	5,577
Wohnort neue Länder (Referenz: alte Länder)	,975	,988	,470	2,077
Letzte Biozidanwendung zum Pflanzenschutz, 4stufig	,988	1,003	,696	1,445

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998.

Tabelle 9.8: Logistisches Eingangsmodell von 2,3,4-Trichlorphenol: Unter der Bestimmungsgrenze versus darüber

2,3,4-Trichlorphenol Unter vs. über der Nachweisgrenze n=513, 0=438, 1= 75 -2 Log-Likelihood =261,3; Cox R^2 0,276 Chi-Quadrat=165,5; FG=65	**p**	**OR**	**95%-Konfidenzintervall für OR**	
Prädiktoren			**Unterer**	**Oberer W.**
Konstante	,097	,001		
log. Kreatinin im Morgenurin (g/l)	,000	80,865	23,810	274,637
Butter mehrmals täglich	,002	4,472	1,715	11,660
Eier mehrmals/Wo	,008	3,564	1,401	9,066
Raumausstatter, Lackierer, Maler	,012	26,070	2,074	327,637
Wurst mehrmals täglich	,015	,074	,009	,596
Müsli etc.tägl. bis mehrmals tägl.	,016	3,617	1,274	10,267
Fisch, 3stufig: kein oder wenig vs. viel Fisch	,017	2,777	1,196	6,447
Geschlecht weiblich	,018	3,072	1,211	7,798
Dosengemüse 1mal/Woche und mehr	,021	2,745	1,163	6,479
zurzeit Raucher	,033	,346	,130	,920
Wohngebiet ländlich vs. (vor)städtisch	,047	,439	,195	,989
Wohnort neue Länder (Referenz: alte Länder)	,048	,366	,135	,992
Ein-, Zweifamilienhaus, Reihenhaus	,049	2,284	1,004	5,198
Lackiererei o ä. max. 50m vom Wohnhaus	,050	27,654	1,004	761,418
Letzte Biozidanwendung zum Körperschutz, 4stufig	,054	1,549	,992	2,418
Milchkonsum, Milchgetränke, dreistufig	,054	,628	,391	1,009
Unterschicht	,064	2,509	,948	6,643
Landesteil 1988 Ausland	,066	7,897	,870	71,713
Fast-food mehrmals /Wo	,095	,215	,035	1,306
Gewichtszunahme in den letzten 3 Jahren	,112	1,979	,853	4,593
Alkohol <30g/Tag	,126	2,396	,783	7,326
Letzte Biozidanwendung zum Textilschutz, 4stufig	,147	,604	,306	1,194
Blockbebauung ohne Grün	,166	,292	,051	1,667
Alkohol >30g/Tag	,176	3,013	,610	14,874
Alter in vollendeten Jahren	,189	1,025	,988	1,064
Letzte Biozidanwendung zur Insektenvernichtung, 4stufig	,200	,690	,391	1,217
Fleisch täglich	,211	1,710	,738	3,965
Chemiker, Drucker, Kunststoffverarbeitung	,222	5,941	,340	103,794
Prof. Schädlingsbekämpfung im letzten Jahr	,261	3,405	,402	28,849
Fisch bis 48 Std. vor Urinprobe	,272	,554	,193	1,590
Letzte Biozidanwendung zur Tierpflege, 4stufig	,275	1,287	,818	2,026
Rohkost fast tägl. bis mehrmals tägl.	,310	1,564	,659	3,712
Chem. Reinigung max. 50 m vom Wohnhaus	,351	3,371	,262	43,301
Staatsangehörigkeit auch ausländisch	,496	,530	,085	3,305
Reinigungskräfte	,503	2,733	,144	51,961
Oberschicht	,540	1,323	,541	3,235
Gegrilltes mehr als 1x/Mon.	,541	1,347	,519	3,498
Teekonsum (schwarzer Tee), dreistufig	,541	,850	,505	1,431
Landwirt o. Gärtnerei max. 50m vom Wohnhaus	,565	,719	,234	2,213
Geräuchertes 1x/Wo.	,568	1,337	,493	3,629
vegetarische Ernährung	,592	,571	,073	4,436

Tabelle 9.8: Fortsetzung

2,3,4-Trichlorphenol Unter vs. über der Nachweisgrenze n=513, 0=438, 1= 75 -2 Log-Likelihood =261,3; Cox R^2 0,276 Chi-Quadrat=165,5; FG=65	**p**	**OR**	**95%-Konfidenzintervall für OR**	
Prädiktoren			**Unterer**	**Oberer W.**
Druckerei max. 50m vom Wohnhaus	,603	,441	,020	9,602
Sägewerk, Schreinerei max. 50m vom Wohnhaus	,609	1,715	,217	13,549
Holzschutzmittel-Nutzung in Wohnung	,621	,760	,255	2,260
Morgenurinprobe – Jahreszeit	,626	,832	,398	1,741
Schneider, Bekleidungs- und Lederverarbeitung	,645	,545	,041	7,229
Biozidnutzung als Bautenschutz	,672	,753	,203	2,795
Trinkwasservolumen aus Leitungen des Haushalts [ml/d]	,713	1,000	1,000	1,001
Krankenschwestern, Pfleger, Laboranten	,752	1,347	,213	8,530
log. Body- Mass- Index	,757	,680	,059	7,824
Kaffee, 3stufig fast tägl. und mehrmals tägl.	,758	1,077	,670	1,731
Tankstelle max. 50m vom Wohnhaus	,771	,689	,056	8,486
Letzte Biozidanwendung zum Vorratsschutz, 4stufig	,793	,944	,615	1,450
Körperlich anstrengende Tätigkeit 2stufig	,802	,894	,373	2,144
Letzte Biozidanwendung zum Pflanzenschutz, 4stufig	,823	,945	,573	1,556
Elektriker, Transformatorenbauer	,828	,719	,037	14,120
Viehhaltungsstall max. 50m vom Wohnhaus	,842	,888	,275	2,867
Obst täglich	,846	,922	,409	2,082
Geruchsbelästigung durch Betriebe	,858	1,100	,387	3,127
Gemüse fast tägl. bis mehrmals tägl.	,899	,931	,312	2,781
Straßenbau, Fahrer, Müllabfuhr	,909	1,135	,129	9,990
zurzeit Exraucher	,964	,980	,396	2,421
mit Holz oder Kohle Dezentralheizung	,969	,967	,180	5,202
Gewichtsabnahme in den letzten 3 Jahren	,979	1,014	,357	2,885
Schmutz von Arbeit in Wohnung, Befragter, 2stufig	,996	,998	,388	2,565

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998.

Tabelle 9.9.1: Lineares Eingangsmodell von 2,4,5-Trichlorphenol (Volumenbezug, logarithmiert)

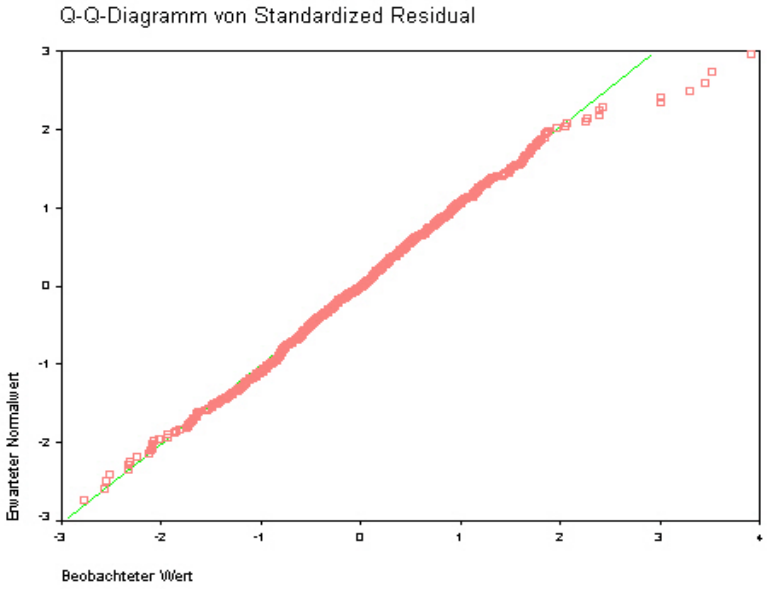
log(e) 2,4,5-Trichlorphenol [µg/l Urin] n=500 FG=67	Nicht standardisierte Koeffizienten	Standardfehler	Standardisierte Koeffizienten	Signifikanz	Kollinearitätsstatistik
	B		Beta		Toleranz
(Konstante)	-1,772	,691		,011	
log. Kreatinin im Morgenurin (g/l)	1,101	,063	,716	,000	,677
Geschlecht weiblich	,345	,083	,192	,000	,535
Alter in vollendeten Jahren	1,271E-02	,003	,189	,000	,512
Landesteil 1988 Ausland	,527	,200	,100	,009	,794
Chem. Reinigung max. 50 m vom Wohnhaus	-,736	,297	-,089	,014	,879
Blockbebauung ohne Grün	,384	,159	,093	,016	,768
Dosengemüse 1mal/Woche und mehr	,165	,071	,090	,021	,750
Reinigungskräfte	,523	,258	,077	,043	,786
Holzschutzmittel-Nutzung in Wohnung	,206	,108	,076	,057	,720
Letzte Biozidanwendung zur Tierpflege, 4stufig	7,345E-02	,043	,063	,088	,848
Letzte Biozidanwendung zum Textilschutz, 4stufig	7,934E-02	,051	,056	,120	,871
log. Body- Mass- Index	-,321	,209	-,063	,125	,672
Wohnort neue Länder (Referenz: alte Länder)	-,132	,087	-,060	,132	,711
Geruchsbelästigung durch Betriebe	,142	,095	,054	,136	,862
mit Holz oder Kohle Dezentralheizung	,214	,158	,050	,176	,839
Eigene Versorgung mit Trinkwasser	,264	,213	,047	,216	,805
zurzeit Raucher	-9,886E-02	,082	-,051	,228	,627
Gemüse fast tägl. bis mehrmals tägl.	,117	,099	,045	,239	,794
Wurst mehrmals täglich	-,168	,146	-,043	,249	,821
Tankstelle max. 50m vom Wohnhaus	-,233	,207	-,041	,261	,846
Staatsangehörigkeit auch ausländisch	-,198	,179	-,041	,271	,826
Butter mehrmals täglich	9,974E-02	,093	,040	,282	,844
Anstrengende Tätigkeit 2stufig	8,821E-02	,083	,039	,288	,865
Rohkost fast tägl. bis mehrmals tägl.	-8,312E-02	,079	-,043	,295	,671
Obst täglich	-7,493E-02	,074	-,042	,313	,673
Trinkwasservolumen aus Leitungen des Haushalts [ml/d]	5,614E-05	,000	,037	,339	,753
Müsli etc. tägl. bis mehrmals tägl.	,103	,111	,035	,354	,782
Biozidnutzung als Bautenschutz	,121	,133	,037	,363	,688
Prof. Schädlingsbekämpfung im letzten Jahr	,181	,203	,032	,374	,884
Viehhaltungsstall max. 50m vom Wohnhaus	-,100	,117	-,034	,390	,725
Chemiker, Drucker, Kunststoffverarbeitung	,268	,325	,030	,410	,881
Letzte Biozidanwendung zum Vorratsschutz, 4stufig	3,448E-02	,044	,029	,431	,850
mit Schmutz an Arbeitskleidung in Wohnung, Befragter, 2stufig	-6,995E-02	,089	-,032	,432	,708
Fisch, 3stufig kein oder wenig vs. viel	5,457E-02	,073	,028	,458	,802
Krankenschwestern, Pfleger, Laboranten	,120	,167	,026	,472	,865
Milch, Milchgetränke, dreistufig	2,894E-02	,043	,025	,500	,825
Alkohol >30g/Tag	-9,582E-02	,149	-,030	,520	,541
Raumausstatter, Lackierer, Maler	,198	,321	,022	,538	,901
Fleisch täglich	-5,152E-02	,084	-,023	,538	,826

Tabelle 9.9.2: Fortsetzung

log(e) 2,4,5-Trichlorphenol [µg/l Urin]	Nicht standardisierte Koeffizienten	Standardfehler	Standardisierte Koeffizienten	Signifikanz	Kollinearitätsstatistik
	B		Beta		Toleranz
Landwirt o. Gärtnerei max. 50m vom Wohnhaus	-6,334E-02	,103	-,025	,540	,702
Letzte Biozidanwendung zum Körperschutz, 4stufig	-2,647E-02	,044	-,023	,550	,803
Kaffee, 3stufig: fast tägl. und häufiger	2,404E-02	,043	,021	,581	,808
Elektriker, Transformatorenbauer	-,163	,308	-,020	,596	,820
Druckerei max. 50m vom Wohnhaus	,128	,266	,018	,630	,825
Gegrilltes mehr als 1x/Mon.	-4,656E-02	,098	-,018	,636	,765
Sägewerk, Schreinerei max. 50m vom Wohnhaus	9,155E-02	,200	,017	,647	,849
vegetarische Ernährung	-7,365E-02	,171	-,016	,667	,864
schwarzer Tee, dreistufig	-1,878E-02	,045	-,016	,679	,749
Land-, Vieh-, Gartenwirtschaft	-9,655E-02	,237	-,016	,684	,763
Schneider, Bekleidungs- und Lederverarbeitung	-8,653E-02	,222	-,014	,697	,870
Ein-, Zweifamilien-, Reihenhaus	2,527E-02	,076	,014	,739	,646
zurzeit Exraucher	-2,926E-02	,088	-,013	,740	,702
Unterschicht	-3,080E-02	,094	-,013	,742	,782
mehrmals/Wo Fast-food	-5,306E-02	,162	-,013	,744	,736
Oberschicht	2,489E-02	,081	,012	,758	,769
Letzte Biozidanwendung zum Pflanzenschutz, 4stufig	1,301E-02	,045	,011	,775	,827
Geräuchertes mind. 1x/Wo.	-2,486E-02	,094	-,010	,792	,765
Letzte Biozidanwendung zur Insektenvernichtung, 4stufig	1,250E-02	,049	,010	,797	,801
Gewichtsabnahme in den letzten 3 Jahren	2,284E-02	,097	,009	,814	,806
Eier mehrmals/Wo	-1,973E-02	,087	-,008	,822	,816
Straßenbau, Fahrer, Müllabfuhr	3,838E-02	,175	,008	,826	,787
Lackiererei o.ä. max. 50m vom Wohnhaus	-5,105E-02	,359	-,005	,887	,898
Fisch bis 48 Std. vor Urinprobe	9,731E-03	,088	,004	,912	,874
Alkohol <30g/Tag	-9,741E-03	,092	-,005	,916	,590
Morgenurinprobe – kalte Jahreszeit	7,218E-03	,068	,004	,916	,825
Wohngebiet ländlich vs. (vor)städtisch	3,599E-03	,078	,002	,963	,650
Gewichtszunahme in den letzten 3 Jahren	-3,287E-04	,073	,000	,996	,744

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998.

Abbildung 9.9.1: Normalverteilungsplot der Residuen von 2,4,5-TriCP



Tests auf Normalverteilung	Kolmogorov-Smirnov [a]			Shapiro-Wilk		
	Statistik	df	Signifikanz	Statistik	df	Signifikanz
Standardized Residual	,025	627	,200	,993	627	,004

a Signifikanzkorrektur nach Lilliefors

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998.

Tabelle 9.9.2: Korrelationsmatrix der Prädiktoren des linearen Abschlussmodells von 2,4,5-Trichlorphenol im Urin

	Biozid-nutzung Vorrats-schutz	Geschlecht weiblich	mit Holz oder Kohle Dezentral-heizung	Blockbe-bauung ohne Grün	Holz-schutzmit-tel-Nutzung in Wohnung	Letzte Biozid-anwendung zur Tier-pflege	Landesteil 1988 Aus-land	Alter in Jahren	BMI größer 25 kg/m^2
Geschlecht weiblich	-,001								
mit Holz oder Kohle Dezentralheizung	-,013	-,012							
Blockbebauung	,036	-,010	,006						
Holzschutzmittel-Nutzung in Wohnung	-,042	,048	,016	,049					
Letzte Biozid-anwendung zur Tier-pflege, 4stufig	-,053	-,033	-,003	,065	-,017				
Landesteil 1988 Ausland	-,085	-,028	,044	,005	,047	,049			
Alter in Jahren	-,034	,106	-,052	,027	-,051	,066	,044		
BMI größer 25 kg/m^2	,006	,182	,018	,006	,054	-,052	-,017	-,353	
log. Kreatinin im Morgenurin (g/l)	-,019	,304	-,002	-,062	-,036	,016	-,004	,421	-,048

Anmerkungen: Abhängige Variable: log(e) 2,4,5-Trichlorphenol [µg/l Urin]

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998.

Tabelle 9.9.3: Modelle der linearen Regression von 2,4,5-Trichlorphenol

	Eingangsmodell				Abschlussmodell			
Zielgröße	**n**	**R^2 (Korrigiertes R^2)**		**FG**	**n**	**R^2 (Korrigiertes R^2)**		**FG**
LN 2,4,5-Trichlorphenol	500	0,507	0,430	67	627	0,420	0,411	10
Alte Länder					501	0,418	0,408	8
Neue Länder					130	0,500	0,480	5
Männer					335	0,397	0,384	7
Frauen					320	0,454	0,442	7
LN 2,4,5-Trichlorphenol/ Kreatinin	500	0,242	0,125	67	627	0,136	0,123	9

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998.

Tabelle 9.9.4: Logistisches Abschlussmodell von 2,4,5-TriCP (Tertilvergleich)

2,4,5-TriCP n=534, oberes Tertil n=259, unteres Tertil n=275, Chi-Quadrat 84,2	**FG**	**n**	**p**	**OR**	**95%- Konfidenz-intervall für OR**	
Prädiktoren					Unterer W.	Oberer W.
Konstante	1		,082	25,636		
Kreatinin im Urin (g/l), logarithmiert	1		,000	3,759	2,604	5,425
Alter in vollendeten Jahren	1		,001	1,028	1,012	1,045
Body- Mass- Index, logarithmiert	1		,009	,209	,064	,677
Wohnort 1988 im Ausland	1	20	,023	3,628	1,195	11,017
Dezentralheizung mit Holz oder Kohle	1	25	,070	2,361	,931	5,986
Letzte Biozidanwendung zur Tierpflege, 4stufig	3	462	,052	1	Referenz	
Letzte Anwendung >6 Monate	1	26	,371	1,472	,631	3,432
Letzte Anwendung vor 3-6 Monaten	1	14	,148	2,396	,734	7,824
Letzte Anwendung <3 Monate	1	32	,019	2,632	1,171	5,915
Biozidanwendung zum Textilschutz (ja, Referenz: nein)	1	68	,009	2,130	1,209	3,752
Reinigungskräfte	1	11	,018	5,778	1,349	24,744
-2 Log-Likelihood 655,6				**Cox & Snell R^2** 0,146		**Nagelkerkes R^2** 0,195

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998.

Tabelle 9.10.1: Erklärte Varianzen in Modellen mit 2,4,6-Trichlorphenol

	Eingangsmodell			abschließendes Modell		
Zielgröße	**n**	**R^2 (korrigiertes R^2)**	**FG**	**n**	**R^2 (korrigiertes R^2)**	**FG**
LN 2,4,6-TriCP	500	0,537 (0,455)	67	630	0,464 (0,456)	10
LN 2,4,6-Trichlor-phenol/ Kreatinin	500	0,234 (0,115)	66	630	0,135 (0,123)	9

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998.

Tabelle 9.10.2: Lineares Abschlussmodell von 2,4,6-Trichlorphenol im Urin (Volumenbezug, logarithmiert)

ln 2,4,6-Trichlorphenol [µg/l Urin] n=630, FG=10, R^2 46,4%	**Nicht standardisierte Koeffizienten**	**Standardfehler**	**Standardisierte Koeffizienten**	**Signifikanz**	**Kollinearitätsstatistik**	**erklärter Varianzanteil (%)**
Prädiktoren	**B**		**Beta**		**Toleranz**	**beta*r**
(Konstante)	-1,291	,094		,000		
Kreatinin im Urin (g/l), logarithmiert	,862	,040	,727	,000	,758	46,96
Geschlecht weiblich	,130	,044	,094	,003	,841	0,66
Alter in vollendeten Jahren	6,933E-03	,002	,136	,000	,704	2,49
BMI ≥25 kg/m^2 (Referenz <25 kg/m^2)	-,110	,046	-,078	,016	,815	0,60
körperlich anstrengende Tätigkeit >2 Std./Wo.	9,019E-02	,052	,051	,086	,970	0,30
Blockbebauung ohne Grün	,257	,099	,077	,010	,986	0,84
zurzeit Raucher	-8,728E-02	,044	-,059	,050	,951	0,25
Biozidnutzung zur Tierpflege (ja, nein)	,140	,058	,071	,017	,983	0,38
Reinigungsfachkräfte	,366	,165	,066	,027	,958	0,02
vegetarische Ernährung (ohne Fleisch)	,264	,108	,073	,015	,960	0,35

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998.

Tabelle 9.10.3: Logistisches Eingangsmodell von 2,4,6-Trichlorphenol: Unteres versus oberes Tertil

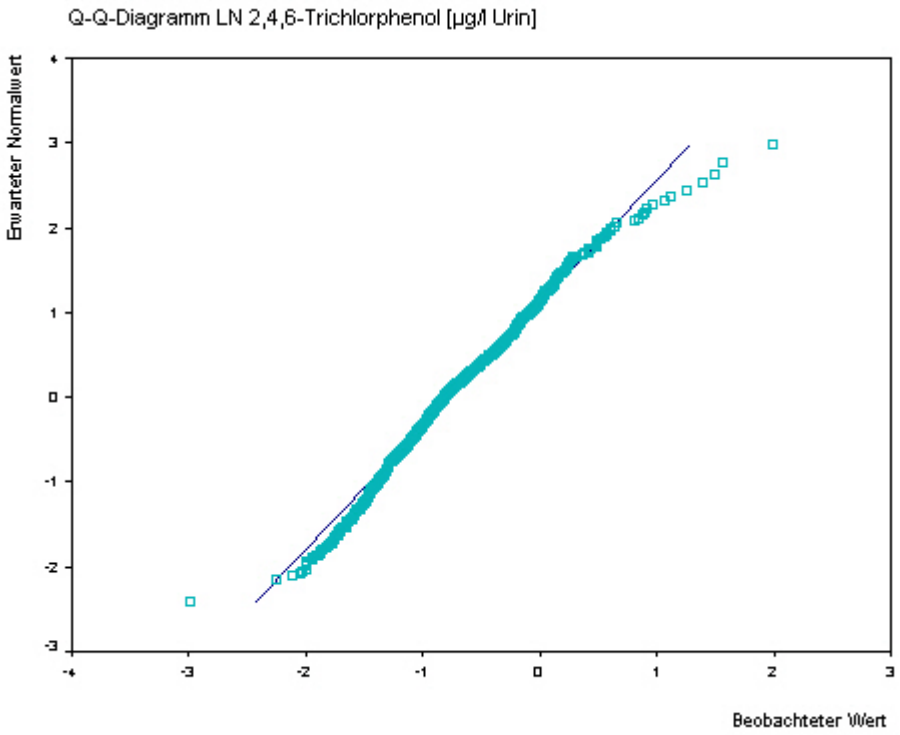
2,4,6-Trichlorphenol n=435, oberes Tertil =207 FG=67	p	OR	95%-Konfidenz-intervall für OR	
Prädiktoren			Unterer W.	Oberer W.
Konstante	,204	,029		
log. Kreatinin im Morgenurin (g/l)	,000	10,262	5,781	18,216
Blockbebauung ohne Grün	,004	9,250	2,063	41,467
Letzte Biozidanwendung zur Tierpflege, 4stufig	,006	1,649	1,152	2,360
vegetarische Ernährung	,008	6,633	1,655	26,580
Schneider, Bekleidungs- und Lederverarbeitung	,010	,035	,003	,448
Reinigungsfachkräfte	,013	10,209	1,648	63,232
Geschlecht weiblich	,032	2,031	1,062	3,883
Eigene Versorgung mit Trinkwasser	,063	4,394	,926	20,862
Wohngebiet ländlich vs. (vor)städtisch	,066	,572	,316	1,038
Oberschicht	,066	1,826	,961	3,468
Alter in vollendeten Jahren	,078	1,022	,998	1,047
Fisch bis 48 Std. vor Urinprobe	,102	1,807	,890	3,669
Landesteil 1988 Ausland	,132	3,716	,673	20,516
Anstrengende Tätigkeit 2stufig	,162	1,600	,828	3,094
Müsli etc. tägl. bis mehrmals tägl.	,163	1,819	,784	4,218
Viehhaltungsstall max. 50m vom Wohnhaus	,179	,513	,193	1,358
Tankstelle max. 50m vom Wohnhaus	,197	,325	,059	1,792
Fisch, 3stufig: kein oder wenig vs. viel Fischesser	,206	1,469	,809	2,667
Letzte Biozidanwendung zum Textilschutz, 4stufig	,226	1,281	,858	1,914
schwarzer Tee, dreistufig	,231	1,243	,870	1,777
Rohkost fast tägl. bis mehrmals tägl.	,300	,720	,387	1,340
Letzte Biozidanwendung zur Insektenvernichtung, 4stufig	,301	,827	,577	1,185
Fleisch täglich	,308	,714	,373	1,365
Morgenurinprobe - kalte Jahreszeit	,330	,764	,445	1,312
Ein-, Zweifamilienhaus, Reihenhaus	,331	1,340	,743	2,419
Alkohol <30g/Tag	,336	,697	,335	1,452
Land-, Vieh-, Gartenwirtschaft	,338	,310	,028	3,402
Prof. Schädlingsbekämpfung im letzten Jahr	,347	2,379	,391	14,457
Milchkonsum, Milchgetränke, dreistufig	,360	,851	,603	1,202
Obst täglich	,367	,768	,432	1,364
zurzeit Exraucher	,373	1,357	,693	2,658
Holzschutzmittel-Nutzung in Wohnung	,377	1,475	,622	3,495
Letzte Biozidanwendung zum Körperschutz, 4stufig	,399	,854	,592	1,232
Wohnort neue Länder (Referenz: alte Länder)	,421	,755	,381	1,497
Elektriker, Transformatorenbauer	,438	,310	,016	5,994
Fast-food mehrmals/Wo	,460	1,623	,449	5,864
Alkohol >30g/Tag	,491	,647	,188	2,232
Letzte Biozidanwendung zum Pflanzenschutz, 4stufig	,537	1,115	,789	1,574
Geruchsbelästigung durch Betriebe	,542	1,281	,578	2,842
Krankenschwestern, Pfleger, Laboranten	,552	,674	,184	2,473
Butter mehrmals täglich	,591	1,223	,588	2,544
Gewichtsabnahme in den letzten 3 Jahren	,594	1,239	,563	2,729
Eier mehrmals/Wo	,616	1,201	,587	2,454
Raumausstatter, Lackierer, Maler	,622	,546	,049	6,051
Chem. Reinigung max. 50m vom Wohnhaus	,635	,505	,030	8,432
Sägewerk, Schreinerei max. 50m vom Wohnhaus	,639	1,501	,275	8,183

Tabelle 9.10.3: Fortsetzung

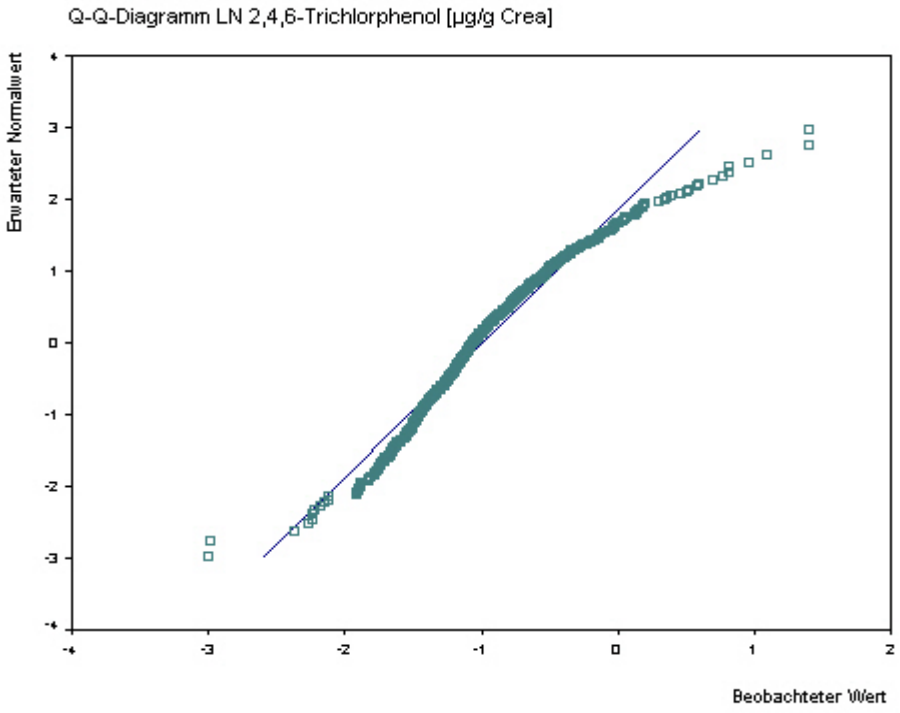
2,4,6-Trichlorphenol (Tertile) n=435, oberes Tertil=207 FG=67	p	OR	95%-Konfidenz-intervall für OR	
			Unterer W.	Oberer W.
mit Holz oder Kohle Dezentralheizung	,643	1,386	,349	5,512
Gemüse fast tägl. bis mehrmals tägl.	,649	1,192	,560	2,537
Chemiker, Drucker, Kunststoffverarbeitung	,668	1,706	,148	19,635
Letzte Biozidanwendung zum Vorratsschutz, 4stufig	,670	,932	,675	1,288
Druckerei max. 50m vom Wohnhaus	,680	1,607	,169	15,277
Landwirt o. Gärtnerei max. 50m vom Wohnhaus	,723	,867	,395	1,904
Unterschicht	,768	,895	,428	1,873
Gewichtszunahme in den letzten 3 Jahren	,808	1,071	,615	1,866
log Body- Mass- Index	,813	1,219	,237	6,263
Geräuchertes 1x/Wo.	,825	1,086	,522	2,260
Kaffee 3stufig: fast tägl./ mehrmals tägl. und weniger	,855	1,032	,737	1,446
Lackiererei o.ä. max. 50m vom Wohnhaus	,872	1,261	,075	21,278
Schmutz von Arbeit in Wohnung, Befragter, 2stufig	,881	,949	,474	1,897
Biozidnutzung als Bautenschutz	,889	1,081	,363	3,224
Staatsangehörigkeit (auch) ausländisch	,892	,908	,225	3,658
Wurst mehrmals täglich	,901	1,073	,353	3,268
Gegrilltes mehr als 1x/Mon.	,914	1,044	,479	2,274
Dosengemüse einmal/Woche und mehr	,936	1,023	,586	1,788
zurzeit Raucher	,941	1,025	,533	1,970
Straßenbau, Fahrer, Müllabfuhr	,968	,972	,236	4,005
Trinkwasservolumen aus Leitungen des Haushalts [ml/d]	,994	1,000	1,000	1,000

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998.

Abbildung 9.10.1: Normalverteilungsplots der logarithmierten 2,4,6-Trichlorphenol-Konzentration (Volumen- und Kreatininbezug)



a)



b)

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998.

Tabelle 9.11.1: Logistisches Eingangsmodell von 2,3,4,6-Tetrachlorphenol

2,3,4,6-Tetrachlorphenol n=399, <BG=227, über der Bestimmungsgrenze =172 FG=67	p	OR	95%- Konfidenz-intervall für OR	
Prädiktoren			**Unterer**	**Oberer W.**
Konstante	,016	,000		
Müsli etc tägl. bis mehrmals tägl..	,000	8,676	2,620	28,732
Holzschutzmittel-Nutzung in Wohnung	,000	9,077	2,715	30,344
log. Kreatinin im Morgenurin (g/l)	,000	55,993	22,589	138,796
Alter in vollendeten Jahren	,001	1,056	1,023	1,091
Geschlecht Frauen	,001	4,336	1,854	10,138
Schmutz von Arbeit in Wohnung, Befragter,	,012	3,163	1,285	7,784
Schneider, Bekleidungs- und Lederverarbeitung	,014	,024	,001	,477
Letzte Biozidanwendung zum Pflanzenschutz, 4stufig	,038	1,549	1,025	2,341
Alkohol >30g/Tag	,040	4,580	1,069	19,625
vegetarische Ernährung	,080	3,929	,849	18,185
Reinigungsfachkräfte	,083	8,557	,757	96,723
Krankenschwestern, Pfleger, Laboranten	,106	,207	,031	1,395
Fleisch täglich	,113	,505	,217	1,175
Biozidnutzung als Bautenschutz	,127	,355	,094	1,345
Gemüse fast tägl. bis mehrmals tägl.	,132	2,035	,808	5,126
Landwirt o. Gärtnerei max. 50m vom Wohnhaus	,142	2,052	,785	5,362
Trinkwasservolumen aus Leitungen des Haushalts [ml/d]	,180	1,000	,999	1,000
Viehhaltungsstall max. 50m vom Wohnhaus	,186	,436	,127	1,492
Chemiker, Drucker, Kunststoffverarbeitung	,188	,152	,009	2,509
Staatsangehörigkeit (auch) ausländisch	,214	,289	,041	2,048
Letzte Biozidanwendung zur Tierpflege, 4stufig	,236	1,310	,838	2,047
Oberschicht	,238	1,596	,735	3,464
Dosengemüse 1mal/Woche und mehr	,250	1,484	,757	2,910
Blockbebauung ohne Grün	,266	2,389	,515	11,078
zurzeit Exraucher	,271	1,571	,703	3,511
Fisch, 3stufig: kein oder wenig vs. viel Fisch	,294	,664	,308	1,428
Gewichtsabnahme in den letzten 3 Jahren	,333	1,596	,619	4,113
Gewichtszunahme in den letzten 3 Jahren	,385	,728	,355	1,491
Wurst mehrmals täglich	,414	1,787	,444	7,190
Butter mehrmals täglich	,421	1,444	,591	3,529
Land-, Vieh-, Gartenwirtschaft	,434	,397	,039	4,018
Geräuchertes 1x/Wo.	,437	,699	,283	1,725
Milchkonsum, Milchgetränke, dreistufig	,449	,851	,560	1,293
Morgenurinprobe - kalte Jahreszeit	,451	,782	,412	1,482
Alkohol <30g/Tag	,455	1,422	,565	3,574
log. Body- Mass- Index	,467	2,003	,308	13,021
Kaffee 3stufig fast tägl. und mehrmals tägl.	,509	1,152	,757	1,754
Wohngebiet ländlich vs. (vor)städtisch	,553	1,255	,593	2,658
Geruchsbelästigung durch Betriebe	,558	,753	,292	1,942
Rohkost fast tägl. bis mehrmals tägl.	,572	,803	,375	1,719
Letzte Biozidanwendung zur Insektenvernichtung, 4stufig	,579	,864	,516	1,447
Chem. Reinigung max. 50m vom Wohnhaus	,581	,476	,034	6,634
Ein-, Zweifamilienhaus, Reihenhaus	,604	1,204	,597	2,426
Prof. Schädlingsbekämpfung im letzten Jahr	,617	,551	,053	5,678
Lackiererei o.ä. max. 50m vom Wohnhaus	,617	2,534	,066	97,071

Tabelle 9.11.1: Fortsetzung

2,3,4,6-Tetrachlorphenol n=399, 0=227, 1=172 FG=67	p	OR	95% Konfidenzintervall für OR	
Prädiktoren			**Unterer W.**	**Oberer W.**
zurzeit Raucher	,621	,811	,354	1,859
Tankstelle max. 50m vom Wohnhaus	,636	,620	,086	4,493
mit Holz oder Kohle Dezentralheizung	,650	1,448	,293	7,157
Sägewerk, Schreinerei max. 50m vom Wohnhaus	,658	1,644	,182	14,860
Fast-food mehrmals/Wo	,699	,738	,158	3,438
Druckerei max. 50m vom Wohnhaus	,715	,544	,021	14,226
Landesteil 1988 Ausland	,721	1,453	,187	11,262
Elektriker, Transformatorenbauer	,725	4,606	,001	22879,534
Wohnort neue Länder (Referenz: alte Länder)	,727	,857	,361	2,037
Raumausstatter, Lackierer, Maler	,740	,647	,050	8,434
Letzte Biozidanwendung zum Körperschutz, 4stufig	,750	,925	,572	1,496
Letzte Biozidanwendung zum Vorratsschutz, 4stufig	,807	,953	,651	1,397
Fisch bis 48 Std. vor der Urinprobe	,821	,905	,381	2,148
Letzte Biozidanwendung zum Textilschutz, 4stufig	,823	1,060	,636	1,765
schwarzer Tee, 3stufig	,845	1,043	,683	1,595
Eigene Versorgung mit Trinkwasser	,861	1,230	,121	12,459
Anstrengende Tätigkeit 2stufig	,895	,949	,437	2,060
Unterschicht	,898	1,059	,441	2,541
Gegrilltes mehr als 1x/Mon.	,899	,941	,368	2,406
Straßenbau, Fahrer, Müllabfuhr	,903	1,101	,235	5,151
Eier mehrmals/Wo	,972	,984	,397	2,437
Obst täglich	,989	1,005	,493	2,051

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998.

Tabelle 9.12.1: Lineares Eingangsmodell von Pentachlorphenol (Volumenbezug, logarithmiert)

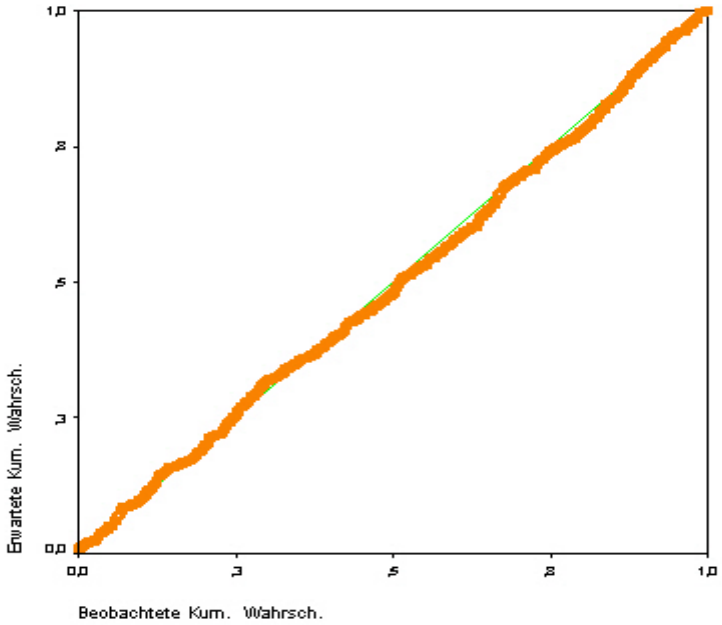
log(e) Pentachlorphenol [µg/l Urin] n=497 FG=67, R^2 43,6% (korrigiertes R^2 34,8%)	Nicht standardisierte Koeffizienten	Standardfehler	Standardisierte Koeffizienten	Signifikanz	Kollinearitätsstatistik
	B		Beta		Toleranz
(Konstante)	-,223	,786		,777	
log. Kreatinin im Urin (g/l)	1,074	,072	,659	,000	,677
Fisch bis 48 Std. vor Urinprobe	,228	,100	,089	,023	,871
Wohnort neue Länder (Referenz alte Länder)	-,223	,100	-,096	,026	,709
Geschlecht Frauen	,186	,095	,097	,050	,535
Zeit seit Holzschutzmittel-anwendung, 4stufig	,101	,057	,076	,075	,725
Tankstelle max. 50m von Wohnhaus	-,412	,236	-,069	,082	,843
Reinigungsfachkräfte	,478	,293	,067	,104	,785
Letzte Biozidanwendung zur Tierpflege, 4stufig	7,908E-02	,049	,064	,107	,847
Alter in vollendeten Jahren	5,387E-03	,004	,075	,137	,514
Prof. Schädlingsbekämpfung im letzten Jahr	-,326	,231	-,054	,159	,881
Geräuchertes 1x/Wo.	,152	,109	,058	,163	,756
Landesteil 1988 Ausland	-,307	,227	-,055	,177	,793
zurzeit Raucher	-,121	,093	-,059	,195	,627
Druckerei max. 50m vom Wohnhaus	,362	,303	,048	,233	,824
Gemüse fast tägl. bis mehrmals tägl.	,136	,115	,048	,240	,783
Letzte Biozidanwendung zum Vorratsschutz, 4stufig	5,823E-02	,050	,045	,249	,849
Müsli etc. tägl. bis mehrmals tägl.	,144	,127	,047	,255	,782
Gegrilltes mehr als 1x/Mon.	-,128	,113	-,047	,258	,761
Butter mehrmals täglich	-,121	,107	-,045	,258	,839
Teekonsum (schwarzer Tee), dreistufig	5,587E-02	,052	,045	,280	,750
Eigene Versorgung mit Trinkwasser	,252	,242	,042	,297	,807
Staatsangehörigkeit (auch) ausländisch	-,205	,204	-,040	,316	,825
Blockbebauung ohne Grün	,180	,181	,041	,322	,764
Dosengemüse 1mal/Woche und mehr	7,523E-02	,081	,039	,356	,750
Viehhaltungsstall max. 50m vom Wohnhaus	-,118	,133	-,038	,374	,725
Bekleidungs- und Leder-verarbeitung	-,224	,252	-,034	,376	,869
Milchkonsum, Milchgetränke, dreistufig	-4,329E-02	,049	-,035	,378	,825
Letzte Biozidanwendung zum Textilschutz, 4stufig	-5,093E-02	,058	-,034	,379	,872
Lackiererei o.ä. max. 50m vom Wohnhaus	-,341	,409	-,032	,404	,898
Alkohol >30g/Tag	,141	,171	,041	,411	,542
Chem. Reinigung max. 50 m vom Wohnhaus	-,249	,338	-,029	,462	,878
Fleisch täglich	6,473E-02	,095	,027	,496	,825
beschäftigt in Land-, Vieh-, Gartenwirtschaft	-,174	,269	-,027	,518	,764
Wurst mehrmals täglich	,106	,166	,026	,524	,820
Eier mehrmals/Wo	6,054E-02	,100	,024	,545	,817
Ein-, Zweifamilien-, Reihenhaus	5,219E-02	,087	,027	,548	,643
log. Body- Mass- Index	-,143	,238	-,027	,549	,673
vegetarische Ernährung	,106	,195	,021	,586	,858
Oberschicht	-4,850E-02	,092	-,022	,597	,769
Unterschicht	5,551E-02	,107	,021	,603	,782
Schmutz von Arbeit in Wohnung, Befragter, 2stufig	-5,190E-02	,102	-,022	,610	,705
Anstrengende Tätigkeit 2stufig	-4,743E-02	,094	-,020	,616	,862

Tabelle 9.12.1: Fortsetzung

log(e) Pentachlorphenol [µg/l Urin] n=497	Nicht standardisierte Koeffizienten	Standardfehler	Standardisierte Koeffizienten	Signifikanz	Kollinearitätsstatistik
	B		Beta		Toleranz
Rohkost fast tägl. bis mehrmals tägl.	-4,416E-02	,091	-,022	,627	,666
Geruchsbelästigung durch Betriebe	5,231E-02	,108	,019	,629	,865
Sägewerk, Schreinerei max. 50m vom Wohnhaus	-,109	,227	-,019	,632	,847
Gewichtsabnahme i. d. letzt. 3 Jahren	-5,161E-02	,110	-,019	,640	,803
zurzeit Exraucher	4,645E-02	,101	,020	,645	,705
Letzte Biozidanwendung zum Körperschutz, 4stufig	-2,134E-02	,051	-,017	,674	,796
Chemiker, Drucker, Kunststoff	-,152	,370	-,016	,680	,880
Gewichtszunahme i. d. letzt. 3 Jahren	3,178E-02	,084	,016	,704	,745
Trinkwasservolumen aus Leitungen des Haushalts [ml/d]	2,418E-05	,000	,015	,721	,749
Alkohol <30g/Tag	3,350E-02	,106	,015	,752	,583
Elektriker, Transformatoren-bauer	-,119	,382	-,012	,756	,826
Letzte Biozidanwendung zum Pflanzenschutz, 4stufig	1,477E-02	,052	,011	,775	,825
Straßenbau, Fahrer, Müllabfuhr	5,323E-02	,199	,011	,789	,786
Fast-food mehrmals/Wo	-4,662E-02	,185	-,011	,801	,735
Morgenurinprobe – kalte Jahreszeit	-1,758E-02	,078	-,009	,822	,827
Wohngebiet ländlich vs. (vor)städtisch	1,731E-02	,090	,009	,847	,647
mit Holz oder Kohle Dezentralheizung	3,240E-02	,180	,007	,857	,837
Landwirt o. Gärtnerei max. 50m vom Wohnhaus	-2,068E-02	,117	-,008	,860	,703
Obst täglich	-1,487E-02	,085	-,008	,861	,665
Kaffee fast tägl. und mehrmals tägl.	-6,285E-03	,050	-,005	,899	,810
Krankenschwestern, Pfleger, Laboranten	-2,204E-02	,190	-,005	,907	,864
Fisch kein oder wenig vs. viel Fisch	-8,521E-03	,083	-,004	,919	,802
Biozidnutzung als Bautenschutz	-5,133E-03	,151	-,001	,973	,706
Raumausstatter, Lackierer, Maler	-7,559E-03	,366	-,001	,984	,899
Letzte Biozidanwendung zur Insektenvernichtung, 4stufig	-4,894E-04	,055	,000	,993	,802

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998.

Abbildung 9.11.1: Normalverteilungsplot der standardisierten Residuen von Pentachlorphenol im Urin und Test auf Normalverteilung



a Signifikanzkorrektur nach Lilliefors

Normalverteilung Tests	Kolmogorov-Smirnov[a]	df	Signifikanz	Shapiro-Wilk	df	Signifikanz
LN PCP/Kreatinin	,032	691	,092	,994	691	,007

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998.

Tabelle 9.12.2: Erklärte Varianzen der linearen Modelle von Pentachlorphenol

	Eingangsmodell			**abschließendes Modell**		
Zielgröße	**n**	**R^2 (korrigiertes R^2)**	**FG**	**n**	**R^2 (korrigiertes R^2)**	**FG**
LN Pentachlorphenol (µg/L)	497	0,436 (0,348)	67	629	0,384 (0,377)	6
Alte Länder				509	0,383 (0,376)	6
Neue Länder				131	0,449 (0,436)	3
Männer				349	0,335 (0,329)	3
Frauen				300	0,483 (0,467)	9
LN Pentachlorphenol/Kreatinin	497	0,136	67	591	0,058 (0,047)	5

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998.

Tabelle 9.12.3: Interkorrelationsmatrix der Prädiktoren des linearen Abschlussmodells von PCP im Urin

Korrelationen	Fisch vor Urinprobe	log. Kreatinin	Landesteil 1988 Ausland	Zigarettenzahl	Holzschutzmittel-Nutzung	neue Länder
Fisch bis 48 Std. vor Urinprobe						
log. Kreatinin im Morgenurin (g/l)	-,008					
Landesteil 1988 Ausland	,004	-,009				
(Zigarettenzahl + 1), alle Probanden	,039	,084	-,002			
Holzschutzmittel-Nutzung in Wohnung	-,037	-,029	,045	-,038		
neue Länder	-,086	,009	,096	,024	,026	
Geschlecht	-,058	,301	-,023	,032	,054	,036

Anmerkungen: Abhängige Variable: log(e) Pentachlorphenol [µg/l Urin]

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998.

Tabelle 9.12.4: Logistisches Abschlussmodell von Pentachlorphenol: unteres vs. oberes Tertil

Pentachlorphenol: unteres versus oberes Tertil, n=436, 0=218, 1=218 -2 Log-Likelihood =359,4, Cox R^2 0,43 Chi-Quadrat=245,1; FG=7	**FG**	**n**	**p**	**OR**	**95%-Konfidenzintervall für OR**	
Prädiktoren					**Unterer W.**	**Oberer W.**
Konstante	1		,000	,069		
log. **Kreatinin** im Urin (g/l)	1		,000	49,432	23,226	105,209
Geschlecht weiblich	1	209	,032	1,851	1,055	3,249
Alter in vollendeten Jahren	1		,036	1,023	1,001	1,044
Wohnort neue Länder (Referenz: alte Länder)	1	93	,014	,451	,239	,852
Wohnort im Ausland 1988	1	18	,022	,210	,055	,797
Holzschutzmittel-Nutzung in Wohnung	1	53	,020	2,955	1,185	7,369
Kaffee, 2stufig: fast tägl. u. häufiger	1	320	,097	1,671	,911	3,064

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998.

Tabelle 9.12.5: Lineare Regression von Pentachlorphenol mit PCP im Hausstaub

Zielgröße	**n**	**Gesamtmodell R^2 (korrigiertes R^2)**	**n**	**Abschließendes Modell R^2 (korrigiertes $R^{2)}$**
LN Pentachlorphenol + PCP/Hausstaub	394	0,481 (0,372)	506	0,399 (0,391)

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998.

Tabelle 9.12.6: Logistische Regression von Pentachlorphenol (unteres vs. oberes Tertil) mit Hausstaubprädiktor

Pentachlorphenol (µg/l, logarithm.) n=343, unteres Tertil =171, oberes Tertil=172 -2 Log-Likelihood =265,8 Chi-Quadrat=209,7; FG=7	**n**	**df**	**p**	**OR**	**95% Konfidenzintervall für OR**	
Prädiktor					**Unterer W.**	**Oberer W.**
Konstante		1	,000	,221		
Kreatinin im Urin, logarithmiert		1	,000	63,088	25,857	153,928
PCP im Hausstaub, kontinuierlich		1	,000	1,549	1,233	1,946
Geschlecht: weiblich	159	1	,017	2,169	1,148	4,098
Wohnort **neue Bundesländer** (ja/nein)	93	1	,063	,486	,227	1,040
Wohnen im **Ausland 1988** (ja/nein)	14	1	,039	,172	,032	,912
Holzschutzmittel in der Wohnung (ja/nein)	44	1	,063	2,697	,947	7,675
Kaffeekonsum (täglich vs. weniger)	250	1	,021	2,290	1,131	4,634

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998.