
WaBoLu Hefte

Institut für
Wasser-,
Boden- und
Lufthygiene

Umwelt
Bundes
Amt

WaBoLu

Umwelt-Survey 1990/91
Band III:

3

96

ISSN
0178-4811

**Zufuhr von
Spurenelementen und
Schadstoffen mit der
Nahrung (Duplikate und
Diet History) in den
alten Bundesländern**

WaBoLu

3

96

ISSN
0175-4911

**Umwelt-Survey 1990/91
Band III:**

**Zufuhr von
Spurenelementen und
Schadstoffen mit der
Nahrung (Duplikate und
Diet History) in den
alten Bundesländern**

VON

**K. Becker, P. Nöllke,
E. Hermann-Kunz, C. Krause,
D. Schenker, C. Schulz**

Die diesem Berichtsband zugrunde liegenden Arbeiten wurden im Rahmen der vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit geförderten Forschungsvorhaben "Messung und Analyse von Umweltbelastungsfaktoren in der Bundesrepublik Deutschland" (FKZ 116 06 088) durchgeführt.

Diese WaBoLu-Veröffentlichung kann bezogen werden bei

Vorauszahlung von 15,- DM

durch Post- bzw. Banküberweisung,
Verrechnungsscheck oder Zahlkarte auf das

Konto Nummer 4327 65 - 104 bei der

Postbank Berlin (BLZ 10010010)

Fa. Werbung und Vertrieb,

Ahornstraße 1-2,

10787 Berlin

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

Herausgeber: Umweltbundesamt -
Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene
Postfach 33 00 22
14191 Berlin
Tel.: 030/8903-0
Telex: 183 756
Telefax: 030/8903 2285

Redaktion: Fachgebiet V 4.3
Dr. Christian Krause

Berlin, September 1996

K. Becker, P. Nöllke, E. Hermann-Kunz, C. Krause,
D. Schenker, C. Schulz

Umwelt-Survey 1990/91
Band III:
Zufuhr von Spurenelementen und
Schadstoffen mit der Nahrung
(Duplikate und Diet History)
in den alten Bundesländern

im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und
Reaktorsicherheit

Durchführung: Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene des Umweltbundesamtes,
Corrensplatz 1, 14195 Berlin,
Chemisches und Lebensmitteluntersuchungsamt Duisburg,
Robert Koch-Institut - Bundesinstitut für Infektionskrankheiten
und nicht übertragbare Krankheiten -.
Infratest Gesundheitsforschung, München

Auftraggeber: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU)

Projektleitung: Dr. C. Krause

Berichtersteller: K. Becker, P. Nöllke, E. Hermann-Kunz, C. Krause, D. Schenker, C. Schulz

unter weiterer Mitarbeit von: W. Babisch, E. Berchem-Nickel, L. Donner, K. Hoffmann, M. Kapst, B. Nowack,
H. Pick Fuß, M. Seiwert, I. Vorwerg, L. Windmüller
T. Ziese, G. Mensink (Robert Koch-Institut, Berlin),
H. Klein (Zentrale Erfassungs- und Bewertungsstelle des Bundesinstitutes für
gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin , Berlin),
R. Kibler (Amt für Landwirtschaft, Regensburg, früher Bayerische Landesanstalt für
Ernährung, München),
I. Bauer (Bayerische Landesanstalt für Ernährung, München) ,
M. Antonio, H. Doetsch, M. Erlach, J. Görtz, P. Grimm, T. Kleinen, H. Meyer
(Chemisches und Lebensmitteluntersuchungsamt, Duisburg),
Feldteams der Gesundheits-Surveys,
Infratest Gesundheitsforschung,
Epidemiologische Forschung Berlin.

Sachverständige, die dem Projekt begleitend zur Seite gestanden haben:

Prof. Dr. J. Bortz (Institut für Psychologie der TU Berlin)
Prof. Dr. U. Ewers (Hygieneinstitut des Ruhrgebiets Gelsenkirchen,
Abt. Umweltmedizin und Umwelttoxikologie)
Prof. Dr. K.H. Jöckel (Institut für medizinische Informatik, Biometrie
und Epidemiologie, Universitätsklinikum Essen)
Dr. D. Eis (Hygiene-Institut der Universität Heidelberg,
Fachgebiet Umweltmedizin)

Danksagung: Wir möchten an dieser Stelle allen Beteiligten an dieser Studie und den Bürgern, die
an dieser zeitintensiven Untersuchung teilgenommen haben, sowie den Mitarbeitern
der örtlichen Gesundheits- und Umweltämter, Krankenhäuser, Rathäuser usw., die
uns bei der Durchführung unterstützt haben, unseren herzlichen Dank aussprechen.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	1
Summary	4
Vorwort	6
1 Einleitung	8
2 Studienbeschreibung und Durchführung	10
2.1 Stichprobenziehung	10
2.2 Schulung der Interviewer	11
2.3 Erhebungsablauf der Duplikatstudie	11
2.4 Erhebungsablauf der Diet History-Studie	12
2.5 Beschreibung der Stichprobe.....	13
3 Analytik der 24h-Duplikate	15
3.1 Probenvorbereitung und Aufschluß.....	15
3.2 Analysemethoden	16
3.3 Qualitätskontrolle	17
4 Methodik der Auswertung der Diet History und der 24h-Protokolle	20
5 Statistische Methoden und Aufbau der Tabellen	22
5.1 Tabellierte Kennwerte	22
5.2 Auswahl der Gliederungsmerkmale	24
5.3 Zusammenhänge zwischen den Gliederungsmerkmalen.....	26
5.4 Vergesellschaftetes Vorkommen von Spurenelementen und Schadstoffen	29
6 Ergebnisse und Diskussion	32
6.1 Gesamtverzehrsmenge.....	33
6.2 Arsen, Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer und Quecksilber	34
6.2.1 Tägliche Zufuhren (Duplikatstudie) und Vergleich mit Orientierungswerten.....	34
6.2.2 Vergleich der gemessenen Zufuhren (Duplikate) mit geschätzten Zufuhren (Diet History und 24h-Protokolle).....	45
6.2.3 Zusammenhang zwischen den täglichen Zufuhren und der korporalen Belastung.....	46
6.3 Nitrat und Nitrit	53
6.3.1 Tägliche Zufuhren (Duplikatstudie) und Vergleich mit Orientierungswerten.....	54
6.3.2 Vergleich der gemessenen Zufuhren (Duplikate) mit geschätzten Zufuhren (Diet History und 24h-Protokolle).....	57

6.4 Mineralstoffe (Calcium, Kalium, Natrium, Magnesium) und weitere Spurenelemente (Aluminium, Eisen, Mangan, Nickel, Selen, Zink)	58
6.4.1 Tägliche Zufuhren (Duplikatstudie) und Vergleich mit Orientierungswerten	59
6.4.2 Geschätzte tägliche Zufuhren (Diet History und 24h-Protokolle)	70
6.4.3 Vergleich der Ergebnisse der Methoden (Duplikate, Diet History, 24h-Protokolle).....	71
7 Ausblick	74
8 Literatur	76
9 Verzeichnisse	82
9.1 Verzeichnis der Abkürzungen.....	82
9.2 Tabellenverzeichnis.....	84
10 Anhang	87
10.1 Tabellen zum Literaturvergleich	87
10.2 Deskription des Körpergewichtes der Probanden der Duplikatstudie	89
10.3 Analyisierte Schadstoff- und Spurenelementgehalte in den Duplikaten	89
10.4 Merkblätter und Formulare zur Nahrungserhebung	98

Zusammenfassung

Im Rahmen des 2. Umwelt-Surveys 1990/91 wurde mit einem Subkollektiv von 318 Probanden eine Ernährungserhebung durchgeführt. Die Probanden sammelten ein 24h-Duplikat der verzehrfertigen Nahrung einschließlich der Getränke und führten ein zugehöriges 24h-Protokoll über die Art und Menge der verzehrten Nahrung. Wesentliches Ziel war es, durch die Analyse der Duplikate die Menge der zugeführten Schadstoffe zu bestimmen.

Von vorrangigem Interesse waren diejenigen Schadstoffe und Spurenelemente, die im Rahmen des Umwelt-Surveys im Blut und Urin der Allgemeinbevölkerung analysiert wurden (Arsen, Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer und Quecksilber). In den Duplikaten wurden zudem die Gehalte einer Vielzahl von weiteren Schadstoffen und Spurenelementen analysiert, u.a. Nitrat und Nitrit, die Mineralstoffe Kalium, Natrium, Calcium und Magnesium.

Die in der vorliegenden Studie ermittelten täglichen Zufuhren an Arsen, Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer und Quecksilber entsprechen weitestgehend den Angaben für Duplikatstudien aus anderen europäischen Ländern. Sie betragen im Mittel bei Arsen $0,99 \mu\text{g}/(\text{kgKG} \cdot \text{Tag})$, bei Blei $0,434 \mu\text{g}/(\text{kgKG} \cdot \text{Tag})$, bei Cadmium $0,102 \mu\text{g}/(\text{kgKG} \cdot \text{Tag})$, bei Chrom $0,34 \mu\text{g}/(\text{kgKG} \cdot \text{Tag})$, bei Kupfer $10,3 \mu\text{g}/(\text{kgKG} \cdot \text{Tag})$ und bei Quecksilber $0,096 \mu\text{g}/(\text{kgKG} \cdot \text{Tag})$ (vgl. Tab. 7.1/ 7.2).

Alle mittleren Zufuhren liegen in einem tolerierbaren Bereich, wenn man sie mit den PTWI-Werten (Provisional Tolerable Weekly Intake) der FAO/WHO vergleicht (WHO 1989, WHO 1993). Für Blei liegt für die auf das Körpergewicht bezogene Zufuhr im Mittel eine 12 %ige Auslastung des PTWI-Wertes vor. Für Cadmium beträgt die mittlere Auslastung des PTWI-Wertes 10,2 % und für Quecksilber 13,4 %.

Für Arsen, Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer und Quecksilber konnte in der Duplikatstudie kein Zusammenhang zwischen den täglichen Zufuhren und dem Geschlecht oder dem Lebensalter der Probanden festgestellt werden. Für die tägliche Zufuhr von Blei und Kupfer ließ sich ein Zusammenhang mit dem Bleigehalt des häuslichen Trinkwassers aufzeigen. Die Zufuhr von Arsen und Quecksilber steht in Zusammenhang mit dem Verzehr von Fisch am Tag der Probenahme.

Im Rahmen der vorliegenden Studie ergaben sich keine Zusammenhänge zwischen der korporalen Belastung mit Arsen, Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer und Quecksilber (Gehalte im Blut bzw. im Urin) und den entsprechenden täglichen Zufuhren dieser Elemente mit der Nahrung.

Für Nitrat und Nitrit sind von der FAO/WHO die ADI-Werte (Acceptable Daily Intake) festgelegt worden (WHO 1980). Aus der Duplikatstudie ergibt sich eine mittlere Auslastung von 26 % für Nitrat und von 2,6 % für Nitrit. Ein Zusammenhang zwischen der Nitratzufuhr und dem Verzehr von Salat und Gemüse konnte in der vorliegenden Studie bestätigt werden.

Die weiteren Mineralstoff- und Spurenelementgehalte wurden mit den Schätz- und Empfehlungswerten der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE) verglichen. Für Kupfer, Chrom, Eisen und Zink werden die entsprechenden Empfehlungswerte der DGE nicht erreicht. Da die Kenntnisse über den tatsächlichen Bedarf noch immer lückenhaft sind, kann jedoch daraus vorerst nicht auf eine Mangelversorgung der Bevölkerung geschlossen werden.

Tab. Z.1: Tägliche Zufuhr von einigen Schadstoffen und Spurenelementen
(24h-Duplikat Studie)

	mg/kg		mg/Tag						µg/(kgKG*Tag)					
	BG	n<BG	5	50	95	MAX	GM	sGM	5	50	95	MAX	GM	sGM
Blei	0,005	77	0,006	0,037	0,192	1,500	0,032	3,14	0,07	0,52	2,35	24,19	0,434	3,18
Calcium	0,05	0	320	790	1820	3490	769	1,7	4100	10600	24700	53200	10590	1,7
Chrom	0,01	184	0,010	0,018	0,128	0,515	0,025	2,32	0,13	0,26	1,86	5,92	0,34	2,34
Eisen	0,5	0	4,0	7,9	20,3	60,0	8,16	1,62	51	112	268	909	112,4	1,6
Kalium	0,3	0	1450	2890	4840	7620	2785	1,4	20700	40100	68900	94100	38360	1,5
Kupfer	0,05	4	0,2	0,8	1,8	3,7	0,75	1,89	3	11	28	61	10,3	1,9
Magnesium	0,3	0	150	300	540	3780	294	1,5	2020	3980	7890	74120	4043	1,54
Mangan	0,05	0	1,6	3,5	7,3	18,0	3,45	1,67	21	48	106	220	47,5	1,7
Natrium	3	0	1430	3120	5690	8750	3041	1,5	18400	43100	77400	128700	41900	1,5
Nickel	0,002	23	0,004	0,100	0,252	0,740	0,082	2,97	0,05	1,40	3,41	11,21	1,13	3,00
Nitrat	1	0	19	68	214	1110	67,9	2,1	280	930	3020	16320	935	2,21
Nitrit	0,1	159	0,1	0,2	0,9	1,7	0,25	2,07	1,3	2,9	12,2	27,9	3,41	2,06
Zink	0,005	0	4,2	9,3	18,0	32,0	8,97	1,53	53	128	243	395	123,5	1,6

Anmerkungen: BG = Bestimmungsgrenze; n<BG = Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze; 5, 50, 95 = Perzentile;
MAX = Maximalwert; GM = geometrisches Mittel; sGM = Standardabweichung des geometrischen Mittels;
KG = Körpergewicht; Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt

Quelle: UBA, WaBoLu, Umwelt-Survey 1990/91, Bundesrepublik Deutschland

Tab. Z.2: Tägliche Zufuhr von Aluminium, Arsen, Cadmium und Quecksilber
(24h-Duplikat Studie)

	mg/kg		µg/Tag		µg/(kgKG*Tag)	
	BG	n<BG	MAX	GM	MAX	GM
Aluminium	3	297	81000	4290	1310	59
Arsen	0,05	298	2000	71,8	22,5	0,99
Cadmium	0,005	287	130	7,4	1,76	0,102
Quecksilber	0,005	307	42	6,9	0,64	0,096

Anmerkungen: BG = Bestimmungsgrenze; n<BG = Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze; KG = Körpergewicht;
MAX = Maximalwert; GM = geometrisches Mittel; Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt

Quelle: UBA, WaBoLu, Umwelt-Survey 1990/91, Bundesrepublik Deutschland

Im Rahmen der Ernährungserhebung wurde außerdem bei derselben Stichprobe von 318 Probanden eine Erhebung über die Verzehrsgewohnheiten der letzten 4 Wochen vorgenommen (Dietary History).

Den Lebensmitteln, die in der Befragung von den Probanden angegeben wurden, konnten über den Bundeslebensmittelschlüssel (BLS) entsprechende Spurenelement- und Mineralstoffgehalte zugeordnet und so die täglichen Zufuhren geschätzt werden. Der Vergleich der aus dem Diet History-Interview und aus den 24h-Protokollen geschätzten Zufuhren mit den aus den Duplikaten ermittelten Zufuhren zeigt, daß für Mineralstoffe und Spurenelemente durch die Duplikatmethode etwas geringere Zufuhraten bestimmt werden.

Summary

In the framework of the 2nd Environmental Survey 1990/91 a diet study was carried out with a subgroup of 318 persons. The subjects gathered a 24h duplicate portion of the food and beverages they consumed and kept a 24h-protocol of the amount of the consumed food. Estimating the intake of pollutants by analysing these duplicates was the main objective of this study.

Priority was given to the determination of those pollutants and trace elements that were analysed in urine and blood of the general population within the Environmental Survey (arsenic, lead, cadmium, chromium, copper and mercury). A number of additional pollutants/trace elements was investigated in the duplicates (nitrate and nitrite and the minerals potassium, sodium, calcium, magnesium and other trace elements).

The daily intake of arsenic, lead, cadmium, chromium, copper and mercury corresponds to a large extent with the data determined by duplicate studies in other European countries. The geometric means of the intakes are 0.99 $\mu\text{g}/(\text{kgBW}\cdot\text{day})$ of arsenic, 0.434 $\mu\text{g}/(\text{kgBW}\cdot\text{day})$ of lead, 0.102 $\mu\text{g}/(\text{kgBW}\cdot\text{day})$ of cadmium, 0.34 $\mu\text{g}/(\text{kgBW}\cdot\text{day})$ of chromium, 10.3 $\mu\text{g}/(\text{kgBW}\cdot\text{day})$ of copper and 0.096 $\mu\text{g}/(\text{kgBW}\cdot\text{day})$ of mercury (see Tab. S1 and S2).

Compared to the Provisional Tolerable Weekly Intakes (PTWI) that are defined by the FAO/WHO these intakes are on a level that can be tolerated (WHO 1989, WHO 1993). The mean intake of lead corresponds to 12 % of the PTWI. For cadmium and mercury the mean intake corresponds to 10.2 % and 13.4 %, respectively.

For arsenic, lead, cadmium, chromium, copper and mercury the study did not indicate a correlation between the daily intake and sex or age. For lead and copper a correlation could be found with the lead content of domestic drinking water. The intake of arsenic and mercury depends on the consumption of fish on the day of sampling.

In the framework of this study no correlations between body burden of arsenic, lead, cadmium, chromium, copper and mercury (content in blood and urine) and the respective daily dietary intakes of these elements could be found.

For nitrate and nitrite FAO/WHO has defined the Acceptable Daily Intakes (WHO 1980). The duplicate study demonstrated that the mean intake of nitrate and nitrite amounts to 26 and 2.6 % of the ADI. The correlation between the intake of nitrate and the consumption of lettuce and vegetables could be shown in the study.

The intake of further mineral- and trace elements were compared with estimations and recommendation values of the German Society for Nutrition (DGE). For copper, chromium, iron and zinc the respective recommendation values of the DGE were not achieved. Because of the lack of information about the real demand it is not suitable to conclude a malnutrition.

In the framework of the diet study the same subsample of 318 subjects was asked about their consumption behaviour in the past four weeks in a dietary history interview.

To estimate the daily intake of minerals and trace elements the recorded foodstuffs were combined with data from the Federal Food Register (BLS). The comparison of the estimated daily intake (dietary history, 24h-protocols) with results achieved by analysing the duplicates shows that the duplicate portion technique leads to somewhat lower intakes.

Tab. S.1: Dietary intake of some trace and toxic elements (24h-Duplicate Study)

	mg/kg		mg/day						$\mu\text{g}/(\text{kgBW}\cdot\text{day})$					
	QL	n<QL	5	50	95	MAX	GM	sGM	5	50	95	MAX	GM	sGM
calcium	0,05	0	320	790	1820	3490	769	1,7	4100	10600	24700	53200	10590	1,7
chromium	0,01	184	0,010	0,018	0,128	0,515	0,025	2,32	0,13	0,26	1,86	5,92	0,34	2,34
copper	0,05	4	0,2	0,8	1,8	3,7	0,75	1,89	3	11	28	61	10,3	1,9
iron	0,5	0	4,0	7,9	20,3	60,0	8,16	1,62	51	112	268	909	112,4	1,6
lead	0,005	77	0,006	0,037	0,192	1,500	0,032	3,14	0,07	0,52	2,35	24,19	0,434	3,18
magnesium	0,3	0	150	300	540	3780	294	1,5	2020	3980	7890	74120	4043	1,54
manganese	0,05	0	1,6	3,5	7,3	18,0	3,45	1,67	21	48	106	220	47,5	1,7
nickel	0,002	23	0,004	0,100	0,252	0,740	0,082	2,97	0,05	1,40	3,41	11,21	1,13	3,00
nitrate	1	0	19	68	214	1110	67,9	2,1	280	930	3020	16320	935	2,21
nitrite	0,1	159	0,1	0,2	0,9	1,7	0,25	2,07	1,3	2,9	12,2	27,9	3,41	2,06
potassium	0,3	0	1450	2890	4840	7620	2785	1,4	20700	40100	68900	94100	38360	1,5
sodium	3	0	1430	3120	5690	8750	3041	1,5	18400	43100	77400	128700	41900	1,5
zinc	0,005	0	4,2	9,3	18,0	32,0	8,97	1,53	53	128	243	395	123,5	1,6

annotations: QL = quantification limit; n<QL = number of values below QL; 5, 50, 95 = Percentiles;
 MAX = maximum value; GM = geometric mean; sGM = standard deviation of the geometric mean;
 BW = body weight; values below QL are set to QL/2 for calculation purposes

source: UBA, WaBoLu, Environmental Survey 1990/91, Federal Republic of Germany

Tab. S.2: Dietary intake of aluminium, arsenic, cadmium and mercury (24h-Duplicate Study)

	mg/kg		$\mu\text{g}/\text{day}$		$\mu\text{g}/(\text{kgBW}\cdot\text{day})$	
	QL	n<QL	MAX	GM	MAX	GM
aluminium	3	297	81000	4290	1310	59
arsenic	0,05	298	2000	71,8	22,5	0,99
cadmium	0,005	287	130	7,4	1,76	0,102
mercury	0,005	307	42	6,9	0,64	0,096

annotations: QL = quantification limit; n<QL = number of values below QL; BW = body weight;
 MAX = maximum value; GM = geometric mean;
 values below QL are set to QL/2 for calculation purposes

source: UBA, WaBoLu, Environmental Survey 1990/91, Federal Republic of Germany

Vorwort

Der Umwelt-Survey dient der Ermittlung und Aktualisierung von repräsentativen Daten über die bestehenden korporalen Schadstoffbelastungen (überwiegend Schwermetalle) und der Schadstoffbelastung im häuslichen Bereich der deutschen Allgemeinbevölkerung (25 bis 69 Jahre und 6 bis 14 Jahre) in der Bundesrepublik Deutschland. Die an repräsentativen Querschnittsstichproben gewonnenen Daten dienen darüber hinaus der Ermittlung von Vergleichswerten sowie der Erarbeitung von Referenzwerten in den Bereichen Human-Biomonitoring in der Umweltmedizin, Wohnraum- und Trinkwasserhygiene. Das Erhebungsinstrumentarium umfaßt Blut-, Urin- und Kopfhaarproben der Probanden, Hausstaub- und Trinkwasserproben aus ihren Haushalten, einen umweltbezogenen Fragebogen und einen mehr gesundheitlich und am Lebensstil orientierten Fragebogen.

Die Auswertungen und Darstellungen des sehr umfangreichen Datenmaterials erfolgen aus systematischen und praktikablen Gründen in mehreren Bänden dieser Veröffentlichungsreihe:

- Band Ia: Umwelt-Survey 1990/92: Studienbeschreibung und Human-Biomonitoring: Deskription der Spurenelementgehalte in Blut und Urin der Bevölkerung in der Bundesrepublik Deutschland 1990/92
- Band Ib: Umwelt-Survey 1990/92: Human-Biomonitoring: Deskription der Spurenelementgehalte im Haar der Bevölkerung in der Bundesrepublik Deutschland 1990/92
- Band IIa: Umwelt-Survey 1990/91: - ein Vergleich 1985/86 mit 1990/91 - Fragebogenerhebungen zur Exposition der Bevölkerung im häuslichen Bereich und zu ausgewählten Problemen des Umweltschutzes in den alten Bundesländern
- Band IIb: Umwelt-Survey 1990/92: Fragebogenerhebungen zur Exposition der Bevölkerung im häuslichen Bereich und zu ausgewählten Problemen des Umweltschutzes
- Band IIc: Umwelt-Survey 1991/92: Bewertung der Exposition am Arbeitsplatz in den neuen Bundesländern
- Band III: Umwelt-Survey 1990/91: Zufuhr von Spurenelementen und Schadstoffen mit der Nahrung (Duplikate und Diet History) in den alten Bundesländern**
- Band IV: Umwelt-Survey 1990/91: Personengebundene Exposition gegenüber flüchtigen organischen Verbindungen in den alten Bundesländern
- Band V: Umwelt-Survey 1990/92: Trinkwasser, Deskription der Spurenelementgehalte im Haushalts- und Wasserwerks-Trinkwasser in der Bundesrepublik Deutschland

- Band VI: Umwelt-Survey 1990/92: Hausstaub, Deskription der Spurenelementgehalte im Staub (Staubniederschlag, Konzentrationen im Hausstaub) der Haushalte in der Bundesrepublik Deutschland
- Band VII: Umwelt-Survey 1990/92: Quecksilber - Zusammenhangsanalyse
- Band VIII: Umwelt-Survey 1990/92: Arsen - Zusammenhangsanalyse
- Band IX: Umwelt-Survey 1990/92: Cadmium - Zusammenhangsanalyse
- Band X: Umwelt-Survey 1990/92: Blei - Zusammenhangsanalyse

Der vorliegende Berichtsband umfaßt den dritten Teil der Auswertungen und basiert auf den Daten des Umwelt-Surveys 1990/91, der in den alten Bundesländern durchgeführt wurde. Er beinhaltet die Auswertungen zum Erweiterungsprogramm „Nahrung“, wobei für diese Studie eine Unterstichprobe des Umwelt-Surveys herangezogen wurde.

1 Einleitung

In den Jahren 1990 und 1991 wurde in den alten Ländern der Bundesrepublik der 2. Umwelt-Survey* durchgeführt, in dessen Rahmen die körperliche Belastung der bundesdeutschen Bevölkerung (vorwiegend mit Schwermetallen) untersucht wurde. Neben der Untersuchung anderer Expositionspfade (Trinkwasser, Hausstaub, Staubbiederschlag in der Außenluft am Erhebungspunkt) sollte im Rahmen eines Erweiterungsprogrammes „Nahrung“ bei einem Teilkollektiv des Surveys die Exposition über den Nahrungspfad untersucht werden.

Zur Abschätzung der individuellen Zufuhr von Schadstoffen mit der Nahrung können unterschiedliche Methoden zum Einsatz kommen. Für Berechnungen werden entweder ein durchschnittlicher Warenkorb (Market Basket), retrospektive Befragungen (Dietary History) oder Protokolle (Food Record) zugrunde gelegt, um die täglichen Zufuhren über durchschnittliche Gehalte von bestimmten Lebensmitteln oder Lebensmittelgruppen zu kalkulieren. Diese Methoden erlauben häufig keine ausreichende Bestimmung der täglichen Zufuhren von Schadstoffen, da oft kein ausreichendes Datenmaterial zu durchschnittlichen Gehalten in den Lebensmitteln vorhanden ist.

Für Gesamtverzehrstudien (Total Diet), die auf tatsächlichen Analysedaten beruhen, kann die Analyse der verschiedenen Nahrungsmittel oder die Duplikatmethode (Duplicate Portion), d.h. die Analyse eines Nahrungsduplikates über einen bestimmten Zeitraum, angewendet werden. Die Nahrung kann entweder nach Standardprozeduren zubereitet werden, oder es wird die individuelle verzehrsfertige Probe analysiert (Duplikatmethode). Vor allem die letztgenannte Methode ist äußerst arbeitsintensiv und zeitaufwendig und erfordert ein hohes Maß an Organisation und Kooperation.

Im Rahmen der vorgelegten Studie wurden verschiedene Methoden gleichzeitig angewendet. Zum einen erfolgte die Sammlung einer Duplikatprobe bei gleichzeitiger Aufnahme eines 24h-Ernährungsprotokolls, zum anderen wurde eine Diet History-Befragung durchgeführt. Der Schwerpunkt der Untersuchung lag dabei auf der Duplikatstudie mit zugehöriger 24h-Protokollierung, wobei die Diet History-Studie vergleichend herangezogen werden sollte. In der Bundesrepublik durchgeführte Duplikatstudien liegen entweder einige Zeit zurück (Schelenz 1983) oder sind in regional begrenzten Gebieten durchgeführt worden (Kibler 1989). Wilhelm et al. (1995a und 1995b) führten für 5- bis 8jährige Kinder aus Nordrhein-Westfalen eine Duplikatstudie durch. Weitere Studien, allerdings mit geringen Probandenzahlen, liegen für den Bereich der neuen Bundesländer vor (Anke et al. 1991, Hahn et al. 1992, Müller et al. 1992).

* Der Umwelt-Survey wurde in Anbindung an den Nationalen Gesundheits-Survey der Deutschen Herz-Kreislauf-Präventionsstudie (DHP) durchgeführt. Die DHP ist ein multizentrisches Projekt, in dessen Rahmen die praktische Anwendbarkeit wissenschaftlich begründeter primärpräventiver Maßnahmen und Programme zur Bekämpfung ischämischer Herzkrankheiten und der Herzinfarkte/Schlaganfälle in ausgewählten Studiengemeinden überprüft werden soll (Kreuter et al. 1995). Die Probanden des Gesundheits-Surveys dienen hierbei als Referenzkollektiv, auf dessen Basis der Interventionserfolg der DHP beurteilt wird (Hoffmeister et al. 1992).

Aufgrund des limitierten Finanzrahmens und aus organisatorischen Gegebenheiten heraus konnte nur eine relativ kleine Unterstichprobe von 318 Probanden aus dem am 2. Umwelt-Survey 1990/91 teilnehmenden Personenkreis für das Erweiterungsprogramm „Nahrung“ ausgewählt werden. Trotzdem kann erstmals für ein Kollektiv von Probanden aus dem damaligen gesamten Bundesgebiet (alte Bundesländer) die Schadstoffzufuhr mit der Nahrung beschrieben werden.

Das Spektrum der analysierten Schadstoffe in den Duplikaten der Probanden umfaßt zum einen diejenigen Elemente, die im Rahmen des Umwelt-Surveys im Blut und im Urin der Bevölkerung untersucht wurden, nämlich Arsen, Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer und Quecksilber. Darüber hinaus sollten die Gehalte an Nitrat und Nitrit in den Duplikaten festgestellt werden. Für diese Schadstoffe und Spurenelemente erfolgt eine ausführliche deskriptive Auswertung nach ausgewählten Gliederungsmerkmalen. Außerdem werden die ermittelten täglichen mittleren Zufuhren mit Orientierungswerten verglichen.

Zusätzlich wurde in das Untersuchungsprogramm der Duplikatstudie die Analyse von Mineralstoffen und weiteren Spurenelementen in den Duplikaten aufgenommen. Diese Analysen dienten der Bestimmung der mittleren täglichen Zufuhren dieser Schadstoffe und Spurenelemente. Die resultierenden Zufuhren werden mit den Ergebnissen einer ebenfalls durchgeführten Diet History-Befragung verglichen. Die Diet History liefert Zufuhrdaten über die Zuordnung zum Bundeslebensmittelschlüssel (BLS). Für einen weitergehenden Vergleich wurden auch die von den Probanden geführten 24h-Protokolle in bezug auf Mineralstoffe und Spurenelemente über den BLS ausgewertet.

2 Studienbeschreibung und Durchführung

An der Durchführung der Feldarbeit waren unter Federführung des Institutes für Wasser-, Boden- und Lufthygiene des ehemaligen Bundesgesundheitsamtes die Firmen Infratest Gesundheitsforschung (München) und die Epidemiologische Forschung Berlin (EFB) beteiligt. Die Diet History wurde im wesentlichen vom Robert Koch-Institut (ehemals Institut für Sozialmedizin und Epidemiologie des Bundesgesundheitsamtes, Berlin) betreut. Die methodische Durchführung der Duplikatstudie erfolgte in Anlehnung an die von der Bayerischen Landesanstalt für Ernährung 1987 durchgeführte Duplikatstudie (Kibler 1989), wobei die Schulung der Interviewer durch die Bayerische Landesanstalt für Ernährung (München) erfolgte.

2.1 Stichprobenziehung

Im Zeitraum vom 3. Dezember 1990 bis 2. Dezember 1991 wurden in 100 Erhebungspunkten (Sample Points) in 71 Gemeinden des Umwelt-Surveys 1990/91, die über die alten Bundesländer verteilt waren, die Probanden gebeten, an der Ernährungserhebung teilzunehmen. Die Auswahl der Gemeinden stellt die erste Stufe der mehrfach geschichteten zweistufigen Zufallsstichprobenziehung des Umwelt-Surveys dar. Diese Auswahl erfolgte zufällig nach sieben politischen Gemeindegrößenklassen. Bezüglich des Lebensalters (25 bis 69 Jahre) und Geschlechtes der Probanden sollte eine Gleichverteilung angestrebt werden.

Die Ernährungserhebung umfaßte:

- Duplikatproben, d.h. das Sammeln der verzehrfertigen Nahrung über 24 Stunden
- 24h-Protokoll, d.h. das Führen eines Protokolls über das Ernährungsverhalten in den 24 Stunden der Duplikatprobenahme
- Diet History, d.h. das computerunterstützte Abfragen des Ernährungsverhaltens der zurückliegenden 4 Wochen und Sicherung dieser Angaben auf Datenträgern

Da die Ernährungserhebung im Rahmen eines Erweiterungsprogrammes erst während der laufenden Erhebungsphase des Umwelt-Surveys genehmigt wurde, mußte in den 61 Points, in denen der Umwelt-Survey bereits erhoben worden war, eine Nacherhebung durchgeführt werden. In den verbleibenden 39 Points sollte während der regulären Laufzeit des Umwelt-Surveys jeweils jeder 6. Proband des Umwelt-Surveys - entsprechend 5 Probanden pro Point - für die Durchführung der Ernährungsstudie gewonnen werden. Für die Nacherhebung wurden alle Probanden, die im Rahmen des Umwelt-Surveys bereits untersucht worden waren, schriftlich - mit fester Terminvorgabe - um die nachträgliche Teilnahme an der Ernährungsstudie gebeten. Aus den 61 Points sollten so jeweils 2 bis 3 Probanden gewonnen werden. Für die gesamte Studie betrug der geforderte Mindeststichprobenumfang 317 Probanden.

Um mögliche Zusammenhänge zwischen den Schadstoffgehalten in der Nahrung und der korporalen Belastung interpretieren zu können, wurde im Verlauf der regulären Erhebungszeit des Umwelt-Surveys angestrebt, die Sammlung der Duplikatprobe und die Blutabnahme bzw. die Abgabe der Urinprobe in nicht zu großem zeitlichen Abstand erfolgen zu lassen.

Aus organisatorischen Gründen wurde die Duplikatprobe jedoch bis zu maximal 7 Tage nach der Probenahme für die korporale Belastung durchgeführt. Da für diejenigen Probanden, die im Rahmen der Nacherhebung erfaßt wurden, der zeitliche Abstand zwischen der Duplikatstudie und der vorher erfolgten Blutabnahme für eine sinnvolle Überprüfung möglicher Zusammenhänge deutlich zu groß gewesen wäre, wurden im Rahmen der Nacherhebung am Tag nach der Duplikatprobenahme erneut Blutproben genommen. Dies betraf insgesamt 118 Probanden.

Aus organisatorischen Gründen (Tiefkühlkapazitäten) war es allerdings nicht möglich, eine erneute zeitgleiche Urinprobenahme durchzuführen. Die Diet History-Befragung erfolgte immer am Tag nach der Duplikatprobenahme.

2.2 Schulung der Interviewer

Die intensive Schulung der Interviewer für die Nacherhebung wurde während der regulären Laufzeit des Umwelt-Surveys durchgeführt. Dabei wurden die theoretischen Grundlagen des Ernährungsprogrammes und die nötigen Kenntnisse zur Durchführung der Duplikatstudie (vgl. Sammelanleitung für Interviewer im Anhang) vermittelt. Zudem erfolgte eine gründliche Einweisung in das Diet History-Programm. Im Verlauf der Erhebung stellten sich gerade im Umgang mit dem Diet History-Programm bis dahin nicht vorhergesehene Probleme heraus, so daß im Januar 1991 eine Nachschulung der Interviewer erforderlich wurde. So hatte sich z.B. die durchgeführte retrospektive Befragung zu den Ernährungsgewohnheiten in den letzten 3 Monaten als nicht praktikabel erwiesen, und der Zeitraum wurde auf einen Monat verkürzt.

Die Schulungen erfolgten für die Diet History-Studie in Zusammenarbeit mit dem Robert Koch-Institut (ehemals Institut für Sozialmedizin und Epidemiologie des Bundesgesundheitsamtes) und für die Duplikatstudie mit der Bayerischen Landesanstalt für Ernährung, Abt. Ernährung und Hauswirtschaft, München, und Infratest Gesundheitsforschung, München.

Zur Sicherstellung der Qualität der erhobenen Daten wurden die Interviewer zusätzlich während der ersten Erhebungswoche im Dezember 1990 begleitet. Im Verlauf der Erhebung führte das Robert Koch-Institut zusätzlich Feldkontrollen durch.

2.3 Erhebungsablauf der Duplikatstudie

Während der regulären Zeit der Feldarbeit des Umwelt-Surveys sprachen die Interviewer nach der Durchführung der Haushaltsuntersuchung die ausgewählten Probanden auf die geplante Duplikatstudie an. Waren die Probanden bereit, an der Erhebung teilzunehmen, wurden ihnen die hierfür benötigten Geräte und Informationen übergeben. Sie mußten dann über 24 Stunden ein in Menge und Beschaffenheit identisches Duplikat der Nahrung (einschließlich der Getränke), die sie zu sich genommen hatten, sammeln. Dabei wurde ihnen für jedes Nahrungsmittel - mit Ausnahme der Getränke - ein extra Portionsgefäß zur Verfügung gestellt. Zusätzlich mußten die Probanden in einem 24h-Protokoll die zugeführten Nahrungsmittel schriftlich dokumentieren.

Ein Merkblatt zum Sammeln der Nahrungsduplikate und ein Beispiel für das zu erstellende Protokoll wurden den Probanden bereitgestellt (vgl. Anhang). Als Aufwandsentschädigung wurde den Probanden ein Betrag von maximal DM 100,- angeboten, der vom Interviewer gegen Quittung ausgezahlt wurde. Der Interviewer holte die Probengefäße nach Terminvereinbarung (in der Regel nach 24 Stunden) ab und verglich die Lebensmittel in den Einmalgefäßen mit den Angaben im 24h-Protokoll. Alle Gefäße wurden entsprechend dem Sammelprotokoll nummeriert und mit der zugehörigen Probandennummer versehen. Nahrung, die von den Probanden verzehrt, jedoch nicht gesammelt worden war, wurde vom Mitarbeiter vor Ort nachgekauft.

Die Nahrung wurde zunächst gekühlt in das Untersuchungszentrum gebracht, dort tiefgekühlt bei $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ zwischengelagert und im wöchentlichen Turnus von der Firma Transthermos (Bremerhaven) abgeholt. Während des gesamten Transportes in die firmeneigenen Lager nach Dortmund oder Mühlheim wurde die Tiefkühlkette ($-20\text{ }^{\circ}\text{C}$) nicht unterbrochen.

Folgende Materialien wurden für das Sammeln der Nahrung eingesetzt:

- Einmalgefäße in verschiedenen Größen
- Meßzylinder zum Abmessen der Getränke
- Sammelanleitung für den Probanden (vgl. Anhang)
- Beispiel eines 24h-Protokolls für den Probanden (vgl. Anhang)
- Kühltasche mit Akkus

2.4 Erhebungsablauf der Diet History-Studie

Nach dem Einsammeln der Duplikate erfolgte die Diet History-Befragung. Dabei handelt es sich um die retrospektive Abfrage der Ernährungsgewohnheiten für einen bestimmten vorgegebenen Zeitraum. In der vorliegenden Studie wurde hierfür eine Software (Diet History) benutzt, die vom Robert Koch-Institut in Zusammenarbeit mit der Firma Dato Denkwerkzeuge (Wien) entwickelt wurde.

Das Computerprogramm Diet History liefert durch programminterne Vercodung der abgefragten Lebensmittel in Kombination mit der Nährwerttabelle des Bundeslebensmittelschlüssels (BLS) Informationen über die Zufuhr von Inhaltsstoffen. Aus den Angaben der Probanden lassen sich so schnell die durchschnittlich aufgenommenen Mengen an z.B. Kohlehydraten, Fett und Eiweiß oder auch Vitaminen darstellen (Beispiel im Anhang).

Ein wesentlicher Nachteil der Diet History-Befragung bestand allerdings in dem benötigten Zeitaufwand. Da eine vollständige Abfrage durchschnittlich 70 Minuten dauerte, wurde die zunächst geplante Übergabe eines Ausdrucks der Auswertung an den Probanden im Verlauf der Untersuchung eingestellt. Diesen Ausdruck erhielten die Probanden dann zu einem späteren Zeitpunkt entweder durch den Interviewer selbst ausgehändigt oder auf dem Postwege zugestellt.

Für die Erhebung standen den Interviewern folgende Geräte und Materialien zur Verfügung:

- Laptop
- Drucker
- Intervieweranleitung für die Handhabung des Computerprogrammes "Diet History" (vgl. Anhang)

2.5 Beschreibung der Stichprobe

Zu Beginn der Auswertung lagen für 318 Probanden vollständige Informationen, d.h. Duplikatproben, 24h-Protokolle und Diet History-Datensätze sowie eine Blutprobe, vor. Dabei handelt es sich um die Datensätze von 181 Frauen und 137 Männern in einem Alter zwischen 25 und 69 Jahren. 66 % der Teilnehmer waren zum Zeitpunkt der Erhebung berufstätig.

Probanden mit besonderen Ernährungsformen oder solche, die eine Diät einhielten (n=44), wurden nicht von der Untersuchung ausgeschlossen. Dabei handelte es sich im einzelnen um Diabetisdiät (n=4), Diät bei Fettstoffwechselstörungen (n=12), Diät bei Hyperurikämie (n=3), Diät bei Allergien (n=1), Reduktionsdiäten (n=7), Reformkost und weltanschaulich begründete Ernährungsformen einschließlich der Vegetarier (n=9), Außenseiterdiäten wie Trennkost (n=3) und allgemein gesundheitsbezogene Ernährungsformen (n=5).

Im Rahmen der Duplikatstudie wurden die Werktage relativ gleichmäßig erfaßt. An Freitagen, die in einigen Gegenden Deutschlands traditionell für Fischmahlzeiten reserviert sind, wurden 18,3 % der Duplikate erhoben. Im Rahmen der Nacherhebung war es wegen der kürzeren Aufenthaltszeit des Erhebungsteams am Point nicht zu vermeiden, daß auch an Wochenenden Duplikate gesammelt wurden. An Samstagen wurden daher 8,7 % und an Sonntagen 3,2 % der Duplikate gewonnen.

Bezüglich der Jahreszeit wurden 27 % der Duplikate im Frühjahr, 18 % im Sommer, 26 % im Herbst und 29 % im Winter gewonnen. Bei regionaler Zuordnung der Bundesländer ergibt sich, daß in den nördlichen Bundesländern vorrangig im Winter erhoben wurde, in den westlichen Bundesländern vorrangig im Frühjahr und in den südlichen Bundesländern vermehrt im Sommer und im Herbst (vgl. Tab. 5.2, Kap. 5.3).

Die Auswahl der Probanden für die Nahrungsstudie erfolgte aus dem Gesamtkollektiv des Umwelt-Surveys 1990/91 ohne feste Vorgabe des Geschlechtes oder des Alters und ist daher nicht repräsentativ für die deutsche Allgemeinbevölkerung. In diesem Zusammenhang ist zu erwähnen, daß auf eine entsprechende Gewichtung wegen des geringen Umfanges der Stichprobe verzichtet wurde. In der Tabelle 2.1 wird ein Vergleich der untersuchten Population mit der Population der alten Länder der Bundesrepublik des Jahres 1991, die aufgrund des Mikrozensus 1991 des statistischen Bundesamtes ermittelt wurde, vorgenommen, um so besondere Charakteristika der Stichprobe herauszustellen.

Tab. 2.1: Vergleich der Stichprobe der Nahrungserhebung 1990/91 mit der Population der Bundesrepublik (Mikrozensus 1991 des statistischen Bundesamtes, alte Bundesländer) nach Geschlecht und Alter

Merkmal Ausprägung	Mikrozensus 1991 (%)	Nahrungsstudie (%)
Geschlecht		
Männer	49,0	43,1
Frauen	51,0	56,9
Lebensalter		
25-29	13,6	16,4
30-39	23,2	28,9
40-49	20,8	20,4
50-59	23,5	21,4
60-69	18,9	12,9

Quelle: UBA, WaBoLu, Umwelt-Survey 1990/91, Bundesrepublik Deutschland

Es wird deutlich, daß Frauen in dieser Studie im Vergleich zur Gesamtbevölkerung der Bundesrepublik überproportional vertreten sind. Gleichzeitig sind in der Stichprobe der Nahrungsstudie die jüngeren Jahrgänge, d.h. bis einschließlich der Altersklasse "30-39 Jahre", stärker vertreten.

3 Analytik der 24h-Duplikate

Die Aufbereitung und die chemische Analyse der 24h-Duplikate erfolgte im Chemischen und Lebensmitteluntersuchungsamt Duisburg.

3.1 Probenvorbereitung und Aufschluß

Die Proben wurden aus den Tiefkühlagern in Mühlheim oder Dortmund übernommen und nochmals im Tiefgefrierlager des städtischen Schlachthofes Duisburg zwischengelagert, so daß insgesamt die Tiefgefrierkette möglichst nicht unterbrochen wurde.

Die Einzelgefäße der Duplikatproben wurden im Labor zunächst ausgewogen. Die nicht eßbaren Teile, wie Knochen, Gräten, Steine bzw. Schalen von Früchten, wurden herauspräpariert und ihr gewichtsmäßiger Anteil bestimmt. Die ermittelten Mengen der verzehrsfähigen Nahrungsmittel wurden in die 24h-Protokolle eingetragen.

Sofort anschließend erfolgte die Zerkleinerung der Proben. Harte Bestandteile (z.B. Hartwurst, gebratenes Fleisch, Brot) wurden mit Messern oder Küchenmaschinen (Moulinex, Star-Mixer) vorzerkleinert. Fettige Bestandteile (z.B. Butter, Margarine, Palmin oder Schokolade) wurden in der Mikrowelle geschmolzen. Um die Verluste so gering wie möglich zu halten, wurden flüssige Restmengen in den Transportgefäßen und an den Zerkleinerungsgeräten mit trockenen Lebensmitteln aufgenommen. Die Feinzerkleinerung und vollständige Homogenisierung erfolgte dann für die gesamte Probe in einem drei Liter fassenden Großgefäß mit einem Ultraturrax.

Ein Teil der Probe wurde anschließend für die laufende Laboranalytik auf vier 100 ml-Gefäße verteilt und erneut tiefgefroren. Die Restmengen werden derzeit tiefgefroren als Rückstellproben in einem Lagerhaus (Fa. Frigaoskania, Duisburg) gelagert.

Der Aufschluß der Proben erfolgte entsprechend der in Tabelle 3.1 aufgeführten Verfahren. Ein Teil der Probe wurde nach vorangegangener Trocknung (Mikrowelle) mit Schwefelsäure und Wasserstoffperoxid im Quarzgefäß unter Rückfluß erhitzt (Hach-Aufschluß). Der Aufschluß mit Salpetersäure unter Druck und Temperatur (HPA-Aufschluß) entspricht der standardisierten Methodik der amtlichen Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 35 des Lebensmittel- und Bedarfsgegenständegesetzes. Es wurde eine Druckaufschlußapparatur (HPA, Firma Kürner) mit Quarzglaseinsatz benutzt. Wäßrige Auszüge mit anschließender Membranfiltration wurden für die Bestimmung von Nitrat und Nitrit verwendet, wobei für die Nitritanalytik eine Klärung mit Carrez-Reagenz erfolgte.

Tab. 3.1: Eingesetzte Aufschlußverfahren

Element/Schadstoff	Hach-Aufschluß	HPA-Aufschluß	Wäßriger Auszug
Cadmium	X		
Kupfer	X		
Nickel	X		
Zink	X		
Aluminium		X	
Arsen		X	
Blei		X	
Calcium		X	
Chrom		X	
Eisen		X	
Kalium		X	
Mangan		X	
Magnesium		X	
Natrium		X	
Quecksilber		X	
Selen		X	
Nitrat			X
Nitrit			X

Quelle: UBA, WaBoLu, Umwelt-Survey 1990/91, Bundesrepublik Deutschland

3.2 Analysemethoden

Für die analytische Bestimmung der Elemente und Verbindungen wurden unterschiedliche Analysemethoden eingesetzt (Tab. 3.2). Die Elemente Cadmium, Kupfer, Nickel und Zink wurden polarographisch, Nitrat und Nitrit enzymatisch bzw. photometrisch analysiert. Für die restlichen Elemente wurde entweder die ICP oder die AAS eingesetzt. Für alle Proben wurden Doppelbestimmungen durchgeführt und die sich ergebenden Mittelwerte berücksichtigt.

Tab. 3.2: Eingesetzte Analyseverfahren

Element/Schadstoff	Methode	Gerät/Bemerkungen
Cd, Cu, Ni, Zn	Polarographie	646 VA, Fa. Methrom
Nitrat	Photometrie	Merck Bioquant 12 464
Nitrit	Photometrie	DIN 38405-D110
Pb, Cr, As, Se	AAS/elektrothermal	PE 3030/Zeeman
Hg	AAS/Hydridtechnik	PE 3030/MHS 20
Mn, Mg, Fe, Al, Ca, K, Na	ICP	Fa. Spectro

Quelle: UBA, WaBoLu, Umwelt-Survey 1990/91, Bundesrepublik Deutschland

3.3 Qualitätskontrolle

Um eine Kontamination des Probenmaterials und damit erhöhte **Blindwerte** zu vermeiden, wurden alle bei der Zerkleinerung mit den Proben in Berührung kommenden Geräte auf eine eventuelle Abgabe der zu bestimmenden Elementen und Verbindungen hin überprüft. Auch bei allen Verfahrensschritten der verwendeten Aufschlußmethoden wurde sichergestellt, daß die eingesetzten Chemikalien, Geräte und Hilfsmittel nicht zu erhöhten Blindwerten führten.

Tab. 3.3: Bestimmungsgrenzen und Kenndaten zur Qualitätskontrolle für den Analysezeitraum

Element	BG (mg/kg)	Sollwert	n	AM ³	S ³	VK (%)	SWA (%)
Aluminium	3	1,0 ¹	23	0,945	0,075	7,9	- 5,5
Arsen	0,05	6,0 ²	13	4,92	0,43	8,7	- 18,0
Blei	0,005	1,8 ²	13	1,78	0,25	13,8	- 1,1
Calcium	0,05	100 ¹	21	97,6	5,64	5,8	- 2,4
Cadmium	0,005	0,889 ²	14	0,856	0,19	22,7	- 3,7
Chrom	0,01	0,80 ²	11	0,830	0,12	14,6	+ 3,8
Eisen	0,5	1,0 ¹	23	0,948	0,079	8,2	- 5,2
Kupfer	0,05	4,89 ²	12	4,41	0,61	13,9	- 9,8
Kalium	0,3	6,0 ¹	5	6,01	0,11	1,8	+ 0,2
Magnesium	0,3	20,0 ¹	20	20,1	1,79	8,9	+ 0,5
Mangan	0,05	1,0 ¹	20	0,98	0,059	6,0	- 1,7
Natrium	3	200 ¹	18	197,3	10,4	5,3	- 1,4
Nickel	0,002	0,895 ²	6	1,12	0,357	31,9	+ 25,1
Quecksilber	0,005	0,180 ²	7	0,160	0,033	20,7	- 11,1
Selen	0,05	1,67 ²	19	1,66	0,17	9,9	- 0,6
Zink	0,005	32,3 ²	14	32,7	4,05	12,4	+ 1,2
Nitrat	1	2 ¹	23	2,03	0,051	2,5	+ 1,5
Nitrit	0,1	4 ¹	23	4,02	0,038	1,0	+ 0,5

Anmerkungen:

¹) Angabe in mg/l; ²) Angabe in mg/kg; ³) Einheit entsprechend der Sollwertangabe

BG=Bestimmungsgrenze, n=Anzahl, AM=arithmetischer Mittelwert, S=Standardabweichung, VK=Variationskoeffizient, SWA=Sollwertabweichung

Quelle: UBA, WaBoLu, Umwelt-Survey 1990/91, Bundesrepublik Deutschland

In der Tabelle 3.3 sind die Bestimmungsgrenzen für die einzelnen Schadstoffe und Spurenelemente angegeben. Die Definition der Bestimmungsgrenzen erfolgte nicht über statistisch-mathematische Methoden, sondern sie wurden als **untere Grenzen der praktischen Arbeitsbereiche** festgelegt. Sie wurden somit nicht bei jeder Analysenserie rechnerisch neu

ermittelt, sondern beinhalten einen Sicherheitszuschlag, der Schwankungen berücksichtigt. Die Bestimmungsgrenzen liegen deutlich unter den existierenden Grenz- und Richtwerten und sind mit den Bestimmungsgrenzen des bundesweiten Lebensmittelmonitorings vergleichbar.

Tab. 3.4: Kenndaten zur Qualitätskontrolle, Analyse der ZEBS-Standards

Element	Medium	Sollwert (mg/kg)	Toleranzbereich (mg/kg)	Probe	Istwert (mg/kg)
Arsen	tierisch (Muskelfleisch)	0,060	0,056-0,064	1	0,061
				2	0,063
	pflanzlich (Reis)	0,110	0,075-0,145	1	0,170
				2	0,180
Blei	tierisch (Muskelfleisch)	0,090	0,064-0,116	1	0,104
				2	0,110
	pflanzlich (Reis)	1,120	1,000-1,240	1	1,230
				2	1,270
Cadmium	tierisch (Muskelfleisch)	0,019	0,011-0,027	1	0,020
				2	0,024
	pflanzlich (Reis)	0,320	0,280-0,360	1	0,360
				2	0,360
Chrom	tierisch (Muskelfleisch)	0,043	0,027-0,059	1	0,049
				2	0,056
	pflanzlich (Reis)	0,220	0,185-0,255	1	0,270
				2	0,280
Kupfer	tierisch (Muskelfleisch)	2,900	1,700-4,100	1	2,660
				2	2,890
	pflanzlich (Reis)	3,300	2,900-3,700	1	2,960
				2	3,500
Nickel	tierisch (Muskelfleisch)	0,062	0,044-0,078	1	0,069
				2	0,069
	pflanzlich (Reis)	0,390	0,310-0,470	1	0,390
				2	0,400
Quecksilber	tierisch (Muskelfleisch)	0,023	0,019-0,027	1	0,022
				2	0,025
	pflanzlich (Reis)	0,003	0,000-0,006	1	0,004
				2	0,004
Selen	tierisch (Muskelfleisch)	0,394	0,380-0,408	1	0,392
				2	0,396
	pflanzlich (Reis)	0,020	0,010-0,030	1	0,020
				2	0,020
Zink	tierisch (Muskelfleisch)	101,7	91,7-111,7	1	119,0
				2	128,0
	pflanzlich (Reis)	22,30	20,50-24,10	1	23,10
				2	23,80

Quelle:

UBA, WaBoLu, Umwelt-Survey 1990/91, Bundesrepublik Deutschland

Die Qualitätssicherung und Kontrolle der angewandten Analytik erfolgte über zertifizierte und synthetische Standards. Zur Verfügung standen insbesondere Standards, die von der Zentralen Erfassungs- und Bewertungsstelle für Umweltchemikalien (ZEBS) des Bundesinstitutes für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin (BgVV, ehemals Max von Pettenkofer-Institut und Robert von Ostertag-Institut des Bundesgesundheitsamtes) angefertigt bzw. zur Verfügung gestellt wurden und für die Untersuchung von Lebensmittelproben aus dem bundesweiten Lebensmittelmonitoring eingesetzt worden sind.

In der Tabelle 3.3 wird das Ergebnis der Qualitätskontrolle der Analyse der synthetischen Standards über den gesamten Analysezeitraum angegeben. Arsen und Nickel wurden mit einer relativ großen Sollwertabweichung bestimmt. Tabelle 3.4 zeigt das Ergebnis der einmaligen Untersuchung der von der ZEBS zur Verfügung gestellten Referenzstandards. Fast alle Ergebnisse dieser Qualitätskontrolle liegen innerhalb des vorgegebenen Toleranzbereiches. Der Chrom- und Arsengehalt im Reis sowie der Zinkgehalt in tierischem Muskelfleisch wurden etwas zu hoch gemessen. Da es sich bei den im Rahmen des Umwelt-Surveys untersuchten Duplikaten um Mischkost handelt, wurden Korrekturen als nicht sinnvoll angesehen.

4 Methodik der Auswertung der Diet History und der 24h-Protokolle

Die Datenerfassung, Codierung und Auswertung der Diet History-Interviews und der 24h-Protokolle wurden am Robert Koch-Institut vorgenommen.

Für die Diet History-Interviews fand die Codierung automatisch mit dem am RKI entwickelten Computerprogramm „Diet History“ statt. Dieses Programm liefert durch programminterne Codierung der abgefragten Lebensmittel und Zugriff auf den Bundeslebensmittelschlüssel (BLS) Informationen über die tägliche Zufuhr von Inhaltsstoffen. Der BLS ist eine EDV-gestützte Lebensmittelnährwerttabelle und wird als Grundlage für Nährstoffauswertungen von Diet History-Interviews eingesetzt¹. Es standen Informationen zu 176 Nahrungsbestandteilen für mehr als 10 000 verschiedene Lebensmittel zur Verfügung (Häusler et al. 1990). Dies betrifft auch die im Rahmen der vorliegenden Studie auszuwertenden Gehalte an **Mineralstoffen und Spurenelementen**.

Für die Auswertung wurden auch die Daten der 24h-Protokolle dem BLS zugeordnet, wobei die Codierung allerdings manuell erfolgte, also jedes Protokoll zur Codierung aufbereitet und datentechnisch aufgenommen werden mußte. Die Auswertungen selbst wurden für die 24h-Protokolle und die Diet History-Interviews mit dem Statistikpaket SAS durchgeführt.

Da der BLS keine **Schadstoffgehalte** enthält, mußte zur Schätzung dieser Aufnahmen auf Schadstoffgehalte zurückgegriffen werden, die im Rahmen des Lebensmittelmonitorings ermittelt wurden. Bei der Zentralen Erfassungs- und Bewertungsstelle für Umweltchemikalien (ZEBS) des BgVV werden die Daten des bundesweiten Lebensmittelmonitorings zentral gesammelt und ausgewertet. Diese Daten wurden nun den Angaben der Diet History und 24h-Protokollen zugeordnet. Diese zunächst als vielversprechend bewertete Vorgehensweise erwies sich jedoch in der Praxis als äußerst schwierig. Bei der ZEBS waren zum Zeitpunkt der Auswertung **Blei-** und **Cadmiumdaten** für lediglich 13 Lebensmittel bzw. Lebensmittelgruppen verfügbar (ZEBS 1994). Für **Nitrat** und **Nitrit** lagen ca. 130 bzw. 30 Angaben vor (Weigert et al. 1986). Diese äußerst begrenzte Zahl mußte einer Vielzahl von in den Diet History-Daten und 24h-Protokollen vorkommenden Lebensmittel zugeordnet werden, wobei die Grenzen dieses Vorgehens sehr schnell deutlich wurden. Zumindest für Blei und Cadmium ist das Vorgehen nicht geeignet, die Ergebnisse der Duplikatstudie zu validieren (vgl. Kap. 6.2.2).

Die Zuordnung wurde vorgenommen, indem die bei der ZEBS vorliegenden arithmetischen Mittelwerte der Gehalte bestimmter Lebensmittel, soweit möglich, mit dem BLS verknüpft wurden. Mit diesem modifizierten BLS wurden die Daten der Diet History-Befragung und der 24h-Protokolle ausgewertet.

¹ Zum Zeitpunkt der Auswertung des Surveys stand der Bundeslebensmittelschlüssel in der Version II.1 zur Verfügung.

Folgendes Beispiel soll die Schwierigkeiten bei der Zuordnung veranschaulichen: Hatte der Proband am Tag der Probenahme u.a. ein Schinkenbrot gegessen, so wurden z.B. die Analysedaten von ZEBS für Nitrat in dem Lebensmittel „Schwarzwälder Schinken“ dieser Mahlzeit zugeordnet. Für das Lebensmittel „Brot“ lagen bei ZEBS jedoch keine Analysedaten für Nitrat vor, so daß der Gehalt „0“ zugeordnet wurde. Dieses Vorgehen führt zwangsläufig zu ungenauen Schätzungen. Zum einen wird jedem Schinken der Gehalt von Schwarzwälder Schinken zugeordnet, zum anderen ist durch die Zuordnung von „0“ zu einigen Lebensmitteln eine Unterschätzung möglich. Die für das oben erwähnte Beispiel denkbare Zuordnung eines „Durchschnittsgehaltes für Brot“ aus anderen Untersuchungen hätte einen sehr hohen Arbeitsaufwand zur Folge und würde dennoch an der ungenügenden Datensituation scheitern.

5 Statistische Methoden und Aufbau der Tabellen

In diesem Kapitel soll zunächst der Aufbau der Tabellen in bezug auf die aufgelisteten statistischen Kennwerte erläutert werden. Danach wird die Vorgehensweise zur Auswahl der zur Gliederung benutzten Merkmale (im folgenden als Gliederungsmerkmale bezeichnet) vorgestellt und dann auf mögliche Zusammenhänge zwischen den Gliederungsmerkmalen hingewiesen. Anschließend wird kurz auf das vergesellschaftete Vorkommen von Spurenelementen und Schadstoffen eingegangen, die Zielvariablen der Auswertungen in diesem Band sind.

Die statistischen Berechnungen dieses Berichtes wurden mit der Statistik-Software SPSS für Windows, Version 6.0 (SPSS 1993), durchgeführt.

5.1 Tabellierte Kennwerte

Die Tabellen enthalten neben der Angabe des Stichprobenumfangs und der Anzahl der unterhalb der Bestimmungsgrenze liegenden Werte für die zugelieferte Schadstoffmenge (tägliche Zufuhrmenge in mg/Tag bzw. µg/Tag und Körperdosis in mg/(kgKG*Tag) bzw. µg/(kgKG*Tag)) jeweils drei Perzentilangaben (5., 50., 95.), den Maximalwert, das geometrische Mittel (GM) und die Standardabweichung des geometrischen Mittels (sGM).

Die Perzentile und der Maximalwert dienen dabei der Beschreibung der Stichproben-Verteilung. Das m-te Perzentil ist dabei so definiert, daß m % der Werte innerhalb der Stichprobe kleiner und (100-m) % der Werte größer sind. Neben dem 50. Perzentil (Median) wurden das 95. Perzentil für den oberen Meßbereich und das 5. Perzentil für den unteren Meßbereich angegeben.

Zur Beschreibung der „durchschnittlichen“ Lage der Daten ist neben dem Median das geometrische Mittel tabelliert worden. Das geometrische Mittel ist definiert als die n-te Wurzel aus dem Produkt der Meßwerte, wobei n der Stichprobenumfang ist. Innerhalb der Tabellierung erhielt das geometrische Mittel als Lagemaß den Vorzug vor dem arithmetischen Mittel, da es im Unterschied zu diesem bedeutend robuster gegenüber Ausreißern im Datenmaterial ist. Eine weitere Begründung ist, daß das geometrische Mittel das „ideale“ Lagemaß bei logarithmischer Normalverteilung darstellt, die aufgrund von durchgeführten statistischen Tests für die Zielvariablen angenommen werden kann. Eine ausführliche Betrachtung dieser Problematik findet sich u.a. bei Ott (1990). Zur Hervorhebung des geometrischen Mittels wurden die entsprechenden Spalten in den Tabellen schraffiert.

Da das geometrische Mittel der Stichprobe nur einen Schätzwert für das geometrische Mittel der Population darstellt, wird in den Tabellen neben dem geometrischen Mittel auch seine Standardabweichung sGM ausgewiesen.

Es ist zu beachten, daß sGM stets größer oder gleich 1 sein muß, und die Variabilität der Stichprobe zunimmt, je stärker sGM sich von 1 entfernt.

Das 95 %-Konfidenzintervall des geometrischen Mittels kann bei Bedarf nach der folgenden Formel berechnet werden:

$$\left[GM * SE^{-z}; GM * SE^{+z} \right] \quad \text{mit } SE = sGM^{\frac{1}{\sqrt{n}}} \quad (\text{Standardfehler des GM})$$

Hierbei ist z das 0,975-Quantil der t -Verteilung mit $n-1$ Freiheitsgraden (n =Stichprobenumfang). Für großes n entspricht z annähernd dem 0,975-Quantil der standardisierten Normalverteilung, also dem Wert 1,96. Die Intervallbreite nimmt mit steigendem Stichprobenumfang ab und spiegelt die Streuung der Meßwerte wieder.

Findet man z.B. in der Tabelle bei einem Stichprobenumfang von 318 ein geometrisches Mittel GM von 0,032 mit einer Standardabweichung sGM von 3,14, so berechnet sich das zugehörige Intervall KI GM wie folgt:

$$KI \text{ GM: } \left[GM * sGM^{\frac{-1,96}{\sqrt{n}}}; GM * sGM^{\frac{+1,96}{\sqrt{n}}} \right]$$

Setzt man nun die Werte ein, ergibt sich für das Intervall KI GM:

$$KI \text{ GM: } \left[0,032 * 3,14^{\frac{-1,96}{\sqrt{318}}}; 0,032 * 3,14^{\frac{+1,96}{\sqrt{318}}} \right]$$

und so

$$KI \text{ GM: } [0,026;0,036].$$

Dieses Intervall ermöglicht die Aussage, daß bei einer anderen Stichprobe gleicher Größe das geometrische Mittel mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % in dem angegebenen Intervall liegen würde.

Die Anzahl der in den Tabellen angegebenen Nachkommastellen für die Perzentile und den Maximalwert ergibt sich aus den originalen Meßwerten. Dagegen wird das geometrische Mittel GM mit einer zusätzlichen Kommastelle angegeben. Dies ist durch die im Vergleich zu den einzelnen Meßwerten höhere Genauigkeit der Kennwert-Schätzung gerechtfertigt.

Schadstoff- und Spurenelementgehalte, die in den Duplikatproben unterhalb der jeweiligen Bestimmungsgrenze lagen, werden mit der halben Bestimmungsgrenze angesetzt. Befinden sich mehr als m % der Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze, so kann für die analysierten Gehalte (mg/kg) das m -te Perzentil nicht angegeben werden. In der entsprechenden Zelle findet sich dann der Hinweis, daß das Perzentil kleiner als die Bestimmungsgrenze ist (Tabellen im Anhang).

Dies gilt nicht für die gesamte Tagesaufnahme an Spurenelementen und Schadstoffen, da sich diese aus den analysierten Gehalten und der Menge an zugeführter Nahrung berechnet, wobei in diese Rechnung Gehalte unterhalb der Bestimmungsgrenze mit der halben Bestimmungsgrenze eingehen.

Für die Elemente, bei denen über 90 % der Gehalte unterhalb der Bestimmungsgrenze liegen, wird auf eine ausführliche Tabellierung verzichtet. Es erfolgt eine textliche Beschreibung der mittleren Zufuhren, die sich bei Berücksichtigung der nicht nachweisbaren Gehalte mit der halben Bestimmungsgrenze ergeben. Dieses rechnerische Vorgehen ist allgemein üblich, kann jedoch zu einer Über- oder Unterschätzung der mittleren Zufuhren führen, da die Verteilung der Meßwerte unterhalb der Bestimmungsgrenze nicht bekannt ist. Darauf wird jeweils im Text näher eingegangen.

5.2 Auswahl der Gliederungsmerkmale

Die Tabellen enthalten nicht nur die Deskription der Schadstoffaufnahme mit der Nahrung für die Gesamtstichprobe, sondern auch für eine Anzahl von Teilstichproben. Zur Definition dieser Teilstichproben werden sogenannte Gliederungsmerkmale verwendet, die zusammen mit ihren Ausprägungen am linken Tabellenrand aufgeführt sind. Als durchgängig für alle Spurenelemente und Schadstoffe aufgeführte Gliederungsmerkmale sind nach inhaltlichen Gesichtspunkten das Merkmal „Geschlecht“ und die Kombination aus den Merkmalen Lebensalter und Geschlecht („Geschlecht x Alter“) gewählt worden, wobei das Merkmal Alter durch Kategorisierung der Variablen Lebensalter gebildet wurde (25-34 Jahre, 35-49 Jahre und 50-69 Jahre).

Die Kategorisierung des Lebensalters erfolgte hier in Abweichung zu dem sonstigen Vorgehen im Rahmen des Umwelt-Surveys nicht in fünf, sondern in drei Altersklassen. Diese Klassifizierung war aufgrund der kleinen Fallzahlen nötig. Dabei wurden die Klassengrenzen derart festgesetzt, daß die Klassen möglichst gleichmäßig besetzt sind.

Für diejenigen Spurenelemente und Schadstoffe, die auch im Blut oder Urin der Probanden untersucht wurden (**As, Pb, Cd, Cr, Cu, Hg**), und für **Nitrat und Nitrit** werden darüber hinaus in den Tabellen spezifische Gliederungsmerkmale verwendet, die aufgrund inhaltlicher und statistischer Gesichtspunkte aufgenommen wurden und den Zusammenhang zwischen der Zielvariablen (Zufuhr) und dem Gliederungsmerkmal auf bivariater Ebene beschreiben. Diese Gliederungsmerkmale wurden in die Tabellierung aufgenommen, wenn die statistische Testung auf bivariater Ebene einen Zusammenhang mit der Zufuhr des jeweiligen Schadstoffes bzw. Spurenelementes erkennen ließ (Signifikanzniveau $p < 0,01$).

Dabei handelte es sich um:

- Rauchverhalten
- Schulbildung, Berufsstatus, Einkommen
- Gemeindegrößenklasse, Wohngebiet und Bauungsart

- Gartennutzung zum Obst- und Gemüseanbau
- Ernährungsgewohnheiten gemäß der Antworten in den Fragebögen des Gesundheits-Surveys:
 Kantinenbenutzung, Verzehrshäufigkeiten von Fisch, Innereien, Vollkornbrot, Obst/Gemüse, Kaffee, Bier, Wein, Alkohol, Wasser, Milch, Tee, pro Tag konsumierte Alkoholmenge in Gramm

Wie in Kapitel 2.5 erläutert, besteht aufgrund des Studiendesigns ein Zusammenhang zwischen der Jahreszeit und der Region, so daß diese Merkmale nicht zur Gliederung herangezogen wurden.

Um zusätzlich die Schadstoffaufnahmen (As, Pb, Cd, Cr, Cu, Hg, Nitrat und Nitrit) näher zu charakterisieren, wurde der Konsum bestimmter Lebensmittelgruppen, die zur Schadstoffzufuhr einen Beitrag leisten können, zur Gliederung herangezogen. Dafür werden die Angaben in der Diet History bzw. in den 24h-Protokollen herangezogen.

Dies waren zum einen der Verzehr von Salat und Blattgemüse, Gemüse generell, Fleisch, Wurst, Fisch und Obst, zum anderen der Konsum von Wein und Bier. Diesen Lebensmittelgruppen wurden die Lebensmittel, soweit möglich, zugeordnet. Dabei wurden auf der Grundlage der vorliegenden Häufigkeitsverteilungen die in Tabelle 5.1 beschriebenen Kategorien gebildet.

Tab. 5.1: Kategorisierung des Konsums bestimmter Lebensmittel

Gliederungsmerkmal	Kategorien 24h-Protokoll	Kategorien Diet History
Weinkonsum	ja / nein	nein / ≤ 50 ml / > 50 ml
Bierkonsum	ja / nein	nein / ≤ 200 ml / > 200 ml
Alkoholkonsum	ja / nein	nein / ≤ 200 ml / > 200 ml
Obstkonsument	≤ 200 g / > 200 g	≤ 200 g / > 200 g
Gemüsekonsum	≤ 200 g / > 200 g	≤ 200 g / > 200 g
Salatkonsum	ja / nein	ja / nein
Wurstkonsum	≤ 50 g / > 50 g	≤ 100 g / > 100 g
Fleischkonsum	≤ 100 g / > 100 g	≤ 100 g / > 100 g
Wurst-/Fleischkonsum	≤ 100g / > 100 g	≤ 150 g / > 150 g
Fischkonsum	ja /nein	≤ 50 g / > 50 g

Quelle: UBA, WaBoLu, Umwelt-Survey 1990/91, Bundesrepublik Deutschland

Ergab die Prüfung der oben aufgeführten potentiellen Gliederungsmerkmale im Rahmen der einfaktoriellen Varianzanalyse einen signifikanten Zusammenhang zu einer der Zielvariablen (Berechnete Zufuhr in mg/Tag bzw. mg/(kgKG*Tag)) bei einem Signifikanzniveau von $p < 0,01$, so wurde dieses Merkmal in die Tabelle aufgenommen.

Bei einigen stetigen Variablen, wie z.B. dem Schadstoffgehalt im Trinkwasser, wurde zunächst die Korrelation mit der Zielvariablen auf Signifikanz geprüft, bevor die für eine Tabellierung notwendige Kategorisierung durchgeführt wurde. Dabei wurden bei der Festsetzung der Klassengrenzen die Grenz- bzw. Richtwerte der Trinkwasserverordnung berücksichtigt.

Um die signifikanten Gliederungsmerkmale von den nicht signifikanten zu unterscheiden, werden Signifikanzen in den Tabellen gekennzeichnet. Dabei wird unterschieden, ob die Signifikanz für die Zufuhr an Mineralstoffen und Spurenelementen in mg/Tag gefunden wurde (Kennzeichnung in den Tabellen mit “**”) oder für die auf das Körpergewicht bezogene Zufuhr von Schadstoffen (mg/(kgKG*Tag)) festgestellt wurde (Kennzeichnung mit “+”). Unterschiede in den Kennwerten, die sich bei den Ausprägungen eines nicht gekennzeichneten Gliederungsmerkmals ergeben, sind somit als zufällig und statistisch nicht signifikant anzusehen.

Das Wort “signifikant“ bedeutet in diesem Zusammenhang und in den Tabelleninterpretationen stets, daß bei der Testung das Signifikanzniveau p unterhalb der festgesetzten Irrtumswahrscheinlichkeit α von 0,01 lag und der festgestellte Unterschied in den Gehalten als bedeutsam anzusehen ist.

5.3 Zusammenhänge zwischen den Gliederungsmerkmalen

Nicht jedes Gliederungsmerkmal ist als unmittelbare Einflußgröße für die jeweilige Zielvariable interpretierbar, auch wenn eine Signifikanz statistisch nachgewiesen wurde. Dann wirkt das Gliederungsmerkmal nur scheinbar, weil ein starker Zusammenhang zu einem wirklichen Einflußfaktor besteht, d.h., daß das Gliederungsmerkmal nach epidemiologischem Sprachgebrauch einen Confounder darstellt (Miettinen 1985).

Die komplizierte Struktur der multivariaten Zusammenhänge läßt sich mit Hilfe von multivariaten Verfahren wie der Regressionsanalyse untersuchen. Das ist jedoch nicht Gegenstand des vorliegenden Deskriptionsbandes. Um zumindest einen Einblick in die Zusammenhängestruktur der Gliederungsmerkmale zu erhalten, wurden paarweise χ^2 -Unabhängigkeitstests durchgeführt und als Maß für die Assoziation der Kennwert Cramérs V bestimmt. Cramérs V wurde aus der Vielzahl möglicher Assoziationsmaße ausgewählt, weil es eine Funktion der χ^2 -Teststatistik ist und somit ein direkter Bezug zum Testergebnis besteht. Zudem ist dieses Maß normiert, d.h. es kann nur Werte zwischen 0 und 1 annehmen und erlaubt qualitative Vergleiche über die Stärke von Zusammenhängen (Wickens 1989).

Für die Gliederungsmerkmale, die in den Tabellen zu finden sind und nicht Verzehrsgewohnheiten der Probanden beschreiben (im folgenden als allgemeine Gliederungsmerkmale bezeichnet), konnte nur zwischen der Region und der Jahreszeit der Probenahme ein positiver Zusammenhang (Cramérs $V = 0,4$) ermittelt werden. Dieses Phänomen wurde bereits in Kapitel 2.5 erläutert. Ansonsten sind zwischen diesen beiden Größen und den übrigen allgemeinen Merkmalen (Geschlecht, Altersklasse) keine Zusammenhänge nachweisbar.

Als potentielle nahrungsspezifische Gliederungsmerkmale kamen die Aufnahmemengen an bestimmten Nahrungsmitteln aus den 24h-Protokollen in Frage (z.B. Fischverzehr, vgl. dazu Kap. 5.2). Für diese Gliederungsmerkmale sind die Ergebnisse der χ^2 -Unabhängigkeitstests der Tabelle 5.2 zu entnehmen. Dabei wird das Vorzeichen des Zusammenhangs zwischen zwei Merkmalen in der Art ausgewiesen, daß es vor dem entsprechenden Assoziationsmaß Cramérs V steht. Ein negativer Zusammenhang zwischen zwei Merkmalen mit einem Wert für Cramérs V von 0,19 findet sich in der Tabelle demnach als -0,19 wieder.

Ergänzt wurde diese Aufstellung durch das Merkmal Geschlecht, da für einige Nahrungsmittel Unterschiede zwischen Männern und Frauen in der Aufnahme feststellbar waren. Bei den übrigen allgemeinen Variablen (Altersklasse, Jahreszeit, Region) fanden sich bezüglich der betrachteten Verzehrsgewohnheiten keine Unterschiede zwischen den Kategorien.

Es wird deutlich, daß signifikante Unterschiede zwischen den Geschlechtern bei der Duplikatprobe nur beim Verzehr von Wurst und dem Trinken von Bier feststellbar sind: Die Männer nehmen in beiden Fällen deutlich mehr zu sich.

Tab. 5.2: Zusammenhänge zwischen den nahrungsspezifischen Gliederungsmerkmalen (24h-Protokolle)

Angabe des Cramérschen Assoziationsmaßes V*

	Fleisch	Wurst	Fisch	Salat	Gemüse	Obst	Bier	Wein	Geschlecht
Fleisch		n.s.	-0,19	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Wurst			n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	0,16	n.s.	0,24
Fisch				0,15	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Salat					0,27	n.s.	n.s.	0,16	n.s.
Gemüse						n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Obst							n.s.	n.s.	n.s.
Bier								n.s.	0,35
Wein									n.s.
Geschlecht									

* Das Vorzeichen der Korrelation ist angegeben. Nicht signifikante Angaben sind mit n.s. gekennzeichnet.

Quelle: UBA, WaBoLu, Umwelt-Survey 1990/91, Bundesrepublik Deutschland

Einleuchtend ist auch, daß bei den Personen, die am Tage der Duplikatprobe über 100 g Fleisch gegessen haben, nicht auch noch Fisch auf dem Speiseplan stand. Weiterhin läßt sich ablesen, daß die Personen, die Fisch gegessen haben, häufig auch Salat verzehrten. Ebenso tranken Personen, die über 50 g Wurst zu sich nahmen, deutlich mehr Bier als andere, die keine Wurst verzehrten.

Neben den Mengen an aufgenommener Nahrung in der Duplikatprobe liegen auch die durchschnittlich täglich konsumierten Mengen von verschiedenen Lebensmittelgruppen für die Diet History vor (Tab. 5.3; vgl. Kap. 5.2).

Vermutet man, daß die Duplikatprobe das Eßverhalten einer Person an einem zufällig gewählten Tag beschreibt, so ist demgegenüber anzunehmen, daß die Diet History-Interviews, die einen Zeitraum von vier Wochen erfaßten, die längerfristigen Eßgewohnheiten einer Person genauer beschreiben und eine Definition von bestimmten Eßtypen (z.B. Fleischesser, Biertrinker o.ä.) ermöglichen.

Aus diesem Grunde sind die Assoziationen zwischen nahrungsspezifischen Merkmalen, die aus der Diet History gebildet wurden, in Tabelle 5.3 wiedergegeben, obwohl diese Merkmale für die Beschreibung der Schadstoff- und Spurenelementgehalte in den Duplikaten nicht herangezogen wurden. Setzt man voraus, daß mit diesen Merkmalen allgemeines Eßverhalten beschrieben wird, so ist es interessant, für diese die Assoziationen mit den Zusammenhängen, die sich aus der Auswertung der 24h-Protokolle ergeben, zu vergleichen.

Tab. 5.3: Zusammenhänge zwischen den nahrungsspezifischen Gliederungsmerkmalen (Diet History)

Angabe des Cramérschen Assoziationsmaßes V^*

	Fleisch	Wurst	Fisch	Salat	Gemüse	Obst	Bier	Wein	Geschlecht
Fleisch		0,20	0,21	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	0,19
Wurst			n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	0,17	n.s.	0,33
Fisch				n.s.	0,16	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Salat					n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Gemüse						n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Obst							n.s.	n.s.	n.s.
Bier								0,30	0,42
Wein									n.s.
Geschlecht									

* Das Vorzeichen der Korrelation ist angegeben. Nicht signifikante Angaben sind mit n.s. gekennzeichnet.

Quelle: UBA, WaBoLu, Umwelt-Survey 1990/91, Bundesrepublik Deutschland

Es wird deutlich, daß signifikante Unterschiede zwischen den Geschlechtern bei dem durch die Diet History erfaßten allgemeinen Ernährungsverhalten bei dem Verzehr von Wurst und Fleisch und dem Trinken von Bier festzustellen sind: Die Männer nehmen deutlich mehr zu sich. Die Zusammenhänge sind deutlicher als die aufgrund der 24h-Protokolle ermittelten.

Weiterhin zeigt sich aufgrund der Angaben in der Diet History, daß Personen, die häufiger Fleisch essen, auch mehr Wurst und mehr Fisch zu sich nehmen als die übrigen Personen. Da hier eine retrospektive Befragung zugrunde liegt und nicht die Abfrage der Ernährungsgewohnheiten eines einzelnen Tages, wie bei der Auswertung der Daten der 24h-Protokolle, ist dies plausibel.

Personen, die generell häufiger Bier trinken, konsumieren auch häufiger Wein als Personen, die wenig Bier trinken oder ganz auf Alkohol verzichten. Steht bei jemandem häufig Fisch auf dem Speiseplan, dann verzehrt er auch mehr Gemüse als jemand, der selten Fisch isst. Beide Zusammenhänge lassen sich bei Auswertung der Daten der 24h-Protokolle nicht erkennen.

5.4 Vergesellschaftetes Vorkommen von Spurenelementen und Schadstoffen

Im Rahmen dieser Auswertung sollte festgestellt werden, inwieweit Spurenelemente und Schadstoffe in den Duplikaten vergesellschaftet vorkommen. Für die Elemente und Verbindungen, für die mehr als 50 % der Meßwerte oberhalb der Bestimmungsgrenze lagen, wurden daher die paarweisen Korrelationen auf Signifikanz (Pearson-Korrelationskoeffizient r , Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha=0,01$) geprüft, um bestehende lineare Zusammenhänge zwischen den Zielvariablen aufdecken zu können (Tab. 5.4).

Tab. 5.4: Korrelationen zwischen den Gehalten an einigen Spurenelementen und Schadstoffen in den Duplikaten

Angabe des Pearson-Korrelationskoeffizienten*

	Pb	NO ₃	NO ₂	Ca	Mg	Na	K	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Zn
Pb		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
NO ₃			n.s.	n.s.	0,20	n.s.	0,26	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
NO ₂				n.s.									
Ca					0,39	n.s.	0,24	n.s.	0,15	0,16	0,24	n.s.	0,35
Mg						n.s.	0,42	n.s.	0,33	0,43	0,61	0,23	0,37
Na							0,21	n.s.	n.s.	0,26	n.s.	n.s.	0,35
K								n.s.	0,28	0,30	0,34	0,24	0,39
Cr									n.s.	0,26	n.s.	n.s.	n.s.
Cu										0,37	0,43	0,36	0,38
Fe											0,53	0,19	0,36
Mn												0,38	0,35
Ni													0,15
Zn													

* Nicht signifikante Angaben sind mit n.s. gekennzeichnet.

Quelle: UBA, WaBoLu, Umwelt-Survey 1990/91, Bundesrepublik Deutschland

Es wird deutlich, daß die im allgemeinen als Schadstoffe definierten Stoffe und Elemente wie Blei, Nitrat und Nitrit untereinander und mit den sonstigen Spurenelementen nur wenig korrelieren.

Die Korrelationen unter den Spurenelementen sind teilweise recht deutlich. Es ist daher zu vermuten, daß in der Duplikatprobe entweder eine gemeinsame Quelle (Lebensmittel, in denen mehrere der Spurenelemente enthalten sind, z.B. Vollkornprodukte) vorhanden ist oder verschiedene Lebensmittel mit hohen Gehalten an Spurenelementen (z.B. Milchprodukte und Gemüse) in der Nahrungsprobe zu finden sind. Eine ausführliche Auswertung der Spurenelemente wird im Robert Koch-Institut erfolgen. Daher soll im Rahmen dieses Berichtes nicht weiter auf diese Problematik eingegangen werden.

Für weitere Berechnungen wurden Merkmale mit mehr als 90 % der Meßwerte unterhalb der Bestimmungsgrenze (Al, As, Cd, Hg) dichotomisiert (Werte \geq BG, Werte $<$ BG). Mögliche Zusammenhänge zwischen diesen Merkmalen und den übrigen Merkmalen wurden geprüft, indem auf deutliche Differenzen zwischen den Mittelwerten in den beiden Gruppen (unter/ oberhalb der Bestimmungsgrenze) getestet wurde. Diese Testung erfolgte im Rahmen einer einfaktorischen Varianzanalyse bei einer zugrunde gelegten Irrtumswahrscheinlichkeit von 0,01.

Es zeigte sich, daß die mittleren Blei-, Kalium- und Mangangehalte in der Gruppe mit Meßwerten für Aluminium über der Bestimmungsgrenze höher liegen als in der Gruppe mit nicht nachweisbaren Aluminiumgehalten. Hingegen konnten Zusammenhänge zwischen den Arsen-, Cadmium-, und Quecksilbergehalten und den übrigen Spurenelementen und Schadstoffen in den Duplikaten nicht ermittelt werden.

Für die Elemente, für die über 90 % der Messungen unterhalb der Bestimmungsgrenze lagen (Al, As, Cd, Hg), wurden nach der Dichotomisierung (Werte \geq BG, Werte $<$ BG) untereinander paarweise χ^2 -Unabhängigkeitstests durchgeführt und als Maß für die Assoziation Cramérs V bestimmt. Dabei wird das Vorzeichen der Korrelation zwischen zwei Merkmalen in der Art ausgewiesen, daß es vor dem entsprechenden Assoziationsmaß Cramérs V steht (Tab. 5.5).

Tab. 5.5: Zusammenhänge zwischen den Aluminium-, Arsen-, Cadmium- und Quecksilbergehalten in den Duplikaten

Angabe des Cramérschen Assoziationsmaßes V*

	Al	As	Cd	Hg
Al		n.s.	n.s.	n.s.
As			n.s.	0,48
Cd				0,17
Hg				

* Das Vorzeichen der Korrelation ist angegeben. Nicht signifikante Angaben sind mit n.s. gekennzeichnet.

Quelle: UBA, WaBoLu, Umwelt-Survey 1990/91, Bundesrepublik Deutschland

Es ergibt sich ein deutlicher Zusammenhang zwischen den Gehalten an Arsen und Quecksilber. Dies läßt sich dadurch erklären, daß in 64 % der Fälle, in denen ein realer Meßwert für Quecksilber vorlag, auch für Arsen ein Wert oberhalb der BG bestimmt wurde. Dieses Ergebnis ist inhaltlich plausibel, da für beide Schadstoffe Fisch und Fischprodukte einen wesentlichen Beitrag zu der Zufuhr über die Nahrung liefern. Den Zusammenhang zwischen den Gehalten an Cadmium und Quecksilber kann man ebenfalls erwarten, da Fisch- und Fischprodukte auch relativ hohe Cadmiumgehalte aufweisen können.

6 Ergebnisse und Diskussion

Im folgenden werden die ermittelten bzw. geschätzten täglichen Zufuhren an Schadstoffen und Spurenelementen für das untersuchte Subkollektiv des Umwelt-Surveys 1990/91 (25- bis 69jährige Allgemeinbevölkerung, n=318) dargestellt.

Zur Darstellung der Ergebnisse wurden die Schadstoffe und Spurenelemente in drei Gruppen eingeteilt. Zunächst werden die Ergebnisse der Duplikatstudie für diejenigen Schadstoffe und Spurenelemente dargestellt, die im Rahmen des Umwelt-Surveys auch im Blut oder Urin bestimmt worden sind (Arsen, Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Quecksilber). Die Ergebnisse für Nitrat und Nitrit werden anschließend beschrieben. Danach erfolgt die Darstellung der Ergebnisse für die Mineralstoffe und weiteren Spurenelemente.

Die Tabellierung erfolgt für die tägliche Zufuhr der Schadstoffe und Spurenelemente in mg/Tag oder $\mu\text{g}/\text{Tag}$ und zusätzlich in $\text{mg}/(\text{kgKG} \cdot \text{Tag})$ bzw. $\mu\text{g}/(\text{kgKG} \cdot \text{Tag})$. Eine Auflistung der in den Duplikaten analysierten Gehalte (mg/kg) findet sich im Anhang (Tab. 10.4-10.20).

Die Tabellen beinhalten die folgenden statistischen Kennwerte:

- Anzahl der Proben mit analysierten Gehalten unterhalb der Bestimmungsgrenze ($n < \text{BG}$)
- 5., 50. und 95. Perzentil der Stichprobe
- Maximalwert und geometrischer Mittelwert

Übersichtstabellen mit diesen Kennwerten für die Gesamtstichprobe und alle Schadstoffe und Spurenelemente sind in der Zusammenfassung aufgeführt (Tab. Z.1, Tab Z.2).

In den folgenden Tabellen wird für alle Spurenelemente und Schadstoffe das Geschlecht und die Kombination aus Lebensalter und Geschlecht (Lebensalter dreistufig: 25-34 Jahre, 35-49 Jahre und 50-69 Jahre) als Gliederungsmerkmal herangezogen. Bei den Schadstoffen und Spurenelementen der ersten Gruppe und bei Nitrat und Nitrit wurden zusätzliche Gliederungsmerkmale getestet, die bei Signifikanz in die Tabellierung aufgenommen wurden (vgl. Kap. 5.2).

Für alle Schadstoffe und Spurenelemente erfolgt zunächst die Darstellung der Ergebnisse der Duplikatstudie. Soweit eine Auswertung der Daten der 24h-Protokolle und der Diet History für das jeweilige Spurenelement oder den betreffenden Schadstoff möglich war, erfolgt die Darstellung dieser Ergebnisse einschließlich eines Vergleichs der Methoden. Für diejenigen Spurenelemente und Schadstoffe, die im Blut oder im Urin bestimmt worden sind, wird außerdem das Ergebnis der Prüfung des Zusammenhanges zwischen der täglichen Zufuhr und der korporalen Belastung vorgestellt und diskutiert.

6.1 Gesamtverzehrmenge

Die Wägung der gesammelten Duplikate ergab, daß täglich im Mittel (GM) 2,66 kg Nahrung einschließlich der Getränke konsumiert wurden (Tab. 6.1). Die minimale Gesamtverzehrmenge betrug 0,8 kg/Tag und die maximale Menge 6,1 kg/Tag. Hohen Gesamtmengen ist immer ein hoher Getränkekonsum (z.B. Bier, Kaffee, Mineralwasser) zuzuordnen.

Bezogen auf das individuelle Körpergewicht beträgt die mittlere Gesamtaufnahme (GM) fester und flüssiger Nahrung 36,6 g/(kgKG*Tag). Eine Deskription der Körpergewichte der untersuchten Probanden findet sich im Anhang (Tab. 10.3).

Tab. 6.1: Gesamtverzehrsmengen (Ergebnis der Duplikatstudie)

	N	kg/Tag						g/(kgKG*Tag)					
		5	50	95	MAX	GM	sGM	5	50	95	MAX	GM	sGM
Gesamt	318	1,7	2,7	4,1	6,1	2,66	1,32	23	37	57	79	36,6	1,3
Geschlecht *													
Männer	137	2,0	2,9	4,5	6,1	2,93	1,30	23	37	53	76	36,5	1,3
Frauen	181	1,5	2,5	3,7	4,5	2,47	1,30	23	37	60	79	36,8	1,4
Geschlecht x Alter *													
Männer													
25-34 Jahre	39	2,1	3,3	5,6	6,1	3,15	1,30	24	40	72	76	40,4	1,3
35-49 Jahre	47	1,6	2,8	4,6	5,2	2,82	1,37	19	35	53	76	34,6	1,4
50-69 Jahre	51	2,2	2,9	3,9	4,3	2,88	1,22	24	35	50	54	35,3	1,2
Frauen													
25-34 Jahre	56	1,5	2,3	3,8	3,9	2,33	1,30	23	35	60	77	35,7	1,4
35-49 Jahre	64	1,5	2,5	3,6	4,3	2,45	1,31	21	36	58	70	36,4	1,4
50-69 Jahre	61	1,8	2,7	3,7	4,5	2,64	1,29	26	39	61	79	38,3	1,4

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; 5, 50, 95 = Perzentile; MAX = Maximalwert; KG = Körpergewicht;

GM = geometrisches Mittel; sGM = Standardabweichung des geometrischen Mittels;

* = Merkmal signif. ($p < 0,01$) für kg/Tag; * = Merkmal signif. ($p < 0,01$) für g/(kgKG*Tag)

Quelle: UBA, WaBoLu, Umwelt-Survey 1990/91, Bundesrepublik Deutschland

Bei Männern und Frauen läßt sich ein unterschiedlicher Gesamtverzehr feststellen. Die Männer nehmen mit 2,93 kg/Tag signifikant mehr Nahrung zu sich als die Frauen mit 2,47 kg/Tag. Bei Bezug auf das individuelle Körpergewicht ist allerdings dieser Unterschied nicht mehr vorhanden, d.h., relativ zu ihrem Körpergewicht unterscheidet sich die aufgenommene Gesamtmenge an Nahrung zwischen Männern und Frauen nicht.

Die Wechselwirkung zwischen dem Geschlecht und dem Merkmal Altersklasse bedeutet, daß sich die beiden Geschlechter in ihrem Altersgang bezüglich der täglichen Nahrungsaufnahme unterscheiden. Frauen nehmen mit zunehmendem Alter mehr Nahrung zu sich. So weisen Frauen im Alter von 25- bis 34 Jahren eine Gesamtverzehrsmenge von 2,33 kg/Tag auf, wohingegen in der Gruppe der 50- bis 69jährigen Frauen eine Menge von 2,64 kg/Tag konsumiert wird. Bei den Männern hat hingegen die Gruppe der 25- bis 34jährigen mit 3,15 kg/Tag den höchsten Gesamtverzehr innerhalb der Altersgruppen zu verzeichnen.

Andere potentielle Gliederungsmerkmale (vgl. Kap. 5.2) erwiesen sich auf der bivariaten Ebene nicht als signifikant, so daß sie nicht zur Deskription herangezogen werden.

Der Vergleich der mit den unterschiedlichen Methoden ermittelten Gesamtverzehrsmengen ergibt für die Abschätzung über die Diet History eine um 8% geringere Zufuhr (2,42 kg/Tag bzw. 33,2 g/(kgKG*Tag)) als über die Wägung der 24h-Duplikate (2,66 kg/Tag bzw. 36,6 g/(kgKG*Tag)).

6.2 Arsen, Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer und Quecksilber

Im folgenden werden die Ergebnisse für die aus umwelthygienischer Sicht interessierenden und im Rahmen des Umwelt-Surveys in den Körpermedien Blut und Urin untersuchten Elemente Arsen, Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer und Quecksilber beschrieben.

6.2.1 Tägliche Zufuhren (Duplikatstudie) und Vergleich mit Orientierungswerten

Die Deskription erfolgt in Form von Tabellen. Für diese wurden eine Reihe weiterer potentieller Gliederungsmerkmale geprüft (vgl. Kap. 5.2). Bei statistischer Signifikanz ($p < 0,01$) wurden diese zusätzlich zu den Merkmalen Geschlecht und der Kombination aus Alter und Geschlecht in die Tabellierung aufgenommen.

Bei Arsen, Cadmium und Quecksilber wird von dieser Darstellungsweise abgewichen, da für diese Elemente die Mehrzahl der Duplikate nicht nachweisbare Gehalte aufwies. Es wird nur eine eingeschränkte Zahl statistischer Kenndaten angegeben und auf die Deskription weiterer Gliederungsmerkmale verzichtet. Die angegebenen geometrischen Mittelwerte für das Gesamtkollektiv wurden auf der Basis der Berücksichtigung der nicht nachweisbaren Gehalte mit dem Wert der halben Bestimmungsgrenze berechnet.

Bei einem Literaturvergleich (Anhang Tab. 10.1) der ermittelten geometrischen Mittelwerte ist dies zu berücksichtigen. In den meisten der für den Literaturvergleich herangezogenen Studien werden keine Angaben zum Umgang mit Gehalten unterhalb der Nachweis- bzw. Bestimmungsgrenze gemacht. In den wenigen Fällen, in denen Angaben vorliegen, unterscheidet sich das Vorgehen, denn teilweise werden die nicht nachweisbaren Gehalte mit einem Wert von „0“, teilweise als Wert der Bestimmungsgrenze berücksichtigt.

Zur Bewertung der zugeführten Mengen der Schadstoffe und Spurenelemente werden zum einen die sogenannten ADI (Acceptable Daily Intake)- und PTWI (Provisional Tolerable Weekly Intake)-Werte der FAO/WHO (WHO 1980, WHO 1989, WHO 1993), zum anderen die Empfehlungs- oder Schätzwerte für eine angemessene Zufuhr bzw. für den geschätzten täglichen Mindestbedarf der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE 1991) herangezogen.

Bei dem Vergleich mit den PTWI-Werten ist zu berücksichtigen, daß diese für eine lebenslange wöchentliche Zufuhr definiert sind. In dieser Studie wird aber mit den 24h-Duplikaten nur die Zufuhr eines einzigen Tages beschrieben, so daß einzelne Überschreiter nicht überbewertet werden sollten und die vergleichende Mittelwertsbetrachtung dem Problem eher angemessen ist.

Arsen

Nur 20 der 318 analysierten Duplikate weisen einen Arsengehalt oberhalb der Bestimmungsgrenze von 0,05 mg/kg auf. Bezogen auf die individuell täglich zugeführte Nahrungsmittelmenge ergibt sich für diese 20 Probanden eine mittlere Arsenzufuhr von 201,1 µg/Tag, der Maximalwert beträgt 2 mg/Tag (Tab. 6.2). Für Proben mit nicht nachweisbaren Gehalten ergibt sich im Rahmen einer worst case-Abschätzung durch Multiplikation der Bestimmungsgrenze mit der maximal konsumierten Menge eine maximale tägliche Zufuhr von 300 µg/Tag. Über diesem Wert von 300 µg/Tag liegen nur die Zufuhren von 4 der 20 Probanden mit nachweisbaren Arsengehalten in den Duplikaten.

Setzt man für das Gesamtkollektiv die nicht nachweisbaren Gehalte mit der halben Bestimmungsgrenze an, so ergibt sich unter Berücksichtigung des individuellen täglichen Gesamtverzehrs eine mittlere Arsenzufuhr von **71,8 µg/Tag**.

Tab. 6.2: Tägliche Arsenzufuhr (Ergebnis der Duplikatstudie)

	µg/Tag					µg/(kgKG*Tag)		
	N	n<BG	GM_all	GM_bg	MAX	GM_all	GM_bg	MAX
Gesamt	318	298	71,8	201,1	2000	0,99	2,64	22,5

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Anzahl Werte unter der Bestimmungsgrenze BG;

GM_all = geometr. Mittel für gesamte Stichprobe; GM_bg = geometr. Mittel für Werte über der BG;

KG = Körpergewicht; MAX = Maximalwert; Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt

Quelle: UBA, WaBoLu, Umwelt-Survey 1990/91, Bundesrepublik Deutschland

Bei Bezug auf das individuelle Körpergewicht beträgt der geometrische Mittelwert der nachweisbaren Zufuhren 2,64 µg/(kgKG*Tag), der Maximalwert liegt bei 22,5 µg/(kgKG*Tag). Für Proben mit nicht nachweisbaren Gehalten ergibt sich eine maximale Arsenzufuhr von 3,95 µg/(kgKG*Tag).

Setzt man für das Gesamtkollektiv die nicht nachweisbaren Gehalte mit der halben Bestimmungsgrenze an, so ergibt sich bei Bezug auf das individuelle Körpergewicht eine mittlere Arsenzufuhr von **0,99 µg/(kgKG*Tag)**.

Die Zufuhr von Arsen mit der Nahrung erfolgt hauptsächlich über Fisch bzw. Fischprodukte. Personen, die in ihrem 24h-Protokoll angaben, Fisch verzehrt zu haben (n=47), weisen mit 102 µg/Tag (1,38 µg/(kgKG*Tag)) eine höhere Zufuhr an Arsen auf als solche ohne Fischverzehr (n=267) mit 68 µg/Tag (0,94 µg/(kgKG*Tag)). Der Anteil von Proben mit nachweisbaren Arsengehalten ist in der Gruppe der Fischesser mit 32 % deutlich höher als in der Gruppe ohne Fischkonsum (2 %).

Wilhelm et al. (1995a) ermittelten in ihrer Studie an 48 Kindern an Tagen ohne Fischkonsum eine tägliche Arsenzufuhr von $0,12 \mu\text{g}/(\text{kgKG} \cdot \text{Tag})$. Dieser Wert liegt deutlich unter der in dieser Studie ermittelten mittleren Zufuhr von $0,99 \mu\text{g}/(\text{kgKG} \cdot \text{Tag})$. Möglicherweise ist dies ein Hinweis darauf, daß die Berücksichtigung analytisch nicht nachweisbarer Gehalte als Wert der halben Bestimmungsgrenze zu einer Überschätzung der Arsenzufuhr führt. Setzt man nun in der vorliegenden Studie die Gehalte unterhalb der Bestimmungsgrenze mit „0“ an, so ergibt sich eine mittlere Zufuhr von $0,27 \mu\text{g}/(\text{kgKG} \cdot \text{Tag})$ bzw. $19,6 \mu\text{g}/\text{Tag}$. Diese Zufuhr ist zwar immer noch höher als die von Wilhelm et al. (1995a) für Kinder ermittelte, entspricht aber eher Zufuhrdaten aus der Schweiz und aus Österreich (Tab. 10.1 im Anhang). Auch im Rahmen eines von der IAEA koordinierten Forschungsprogrammes wurden im Vergleich zu der in dieser Studie ermittelten mittleren Zufuhr für die Mehrzahl der teilnehmenden Länder geringere Werte (75. Perzentil ca. $50\text{--}70 \mu\text{g}/\text{Tag}$) bestimmt. In einigen Ländern mit traditionell hohem Fischkonsum (Japan, Norwegen und Spanien) fand man deutlich höhere Zufuhren (Parr et al. 1991).

Von der FAO/WHO wurde für das toxikologisch relevante **anorganische Arsen** ein **PTWI-Wert** von $15 \mu\text{g}/(\text{kgKG} \cdot \text{Woche})$ definiert (WHO 1989). Das mit der Nahrung zugeführte Arsen ist vor allem das toxikologisch weniger relevante makromolekular gebundene organische Arsen, so daß eine Bewertung der Arsengehalte in der Duplikatprobe anhand dieses PTWI-Wertes eine sehr sichere worst case-Betrachtung darstellt. Der in dieser Studie ermittelte geometrische Mittelwert von $6,9 \mu\text{g}/(\text{kgKG} \cdot \text{Woche})$ würde eine 46 %ige Auslastung des PTWI-Wertes für anorganisches Arsen ergeben. Der sich bei Fischverzehr ergebende geometrische Mittelwert von $9,6 \mu\text{g}/(\text{kgKG} \cdot \text{Woche})$ entspräche einer 64 %igen Auslastung des PTWI-Wertes. Für 10 Probanden ergibt sich eine Überschreitung des PTWI-Wertes. Von diesen Probanden gaben neun an, Fisch konsumiert zu haben.

Blei

Für Blei ergibt sich aus der Duplikatstudie eine mittlere Zufuhr von $31,5 \mu\text{g}/\text{Tag}$ bzw. $0,434 \mu\text{g}/(\text{kgKG} \cdot \text{Tag})$. Der Maximalwert beträgt $1,5 \text{ mg}/\text{Tag}$ ($24,19 \mu\text{g}/(\text{kgKG} \cdot \text{Tag})$). Für 77 der 318 Duplikate wurden Gehalte unterhalb der Bestimmungsgrenze von $0,005 \text{ mg}/\text{kg}$ analysiert, für diese wurde in den Berechnungen der Wert der halben Bestimmungsgrenze zugrunde gelegt (Tab. 6.3).

Die tägliche Zufuhr von Blei unterscheidet sich für Männer und Frauen nicht. Auch ein Altersgang läßt sich weder für Männer noch für Frauen erkennen.

Zwischen dem Bleigehalt im häuslichen Trinkwasser und dem Bleigehalt in den Duplikaten besteht ein signifikanter Zusammenhang. Bei einem Bleigehalt im häuslichen Trinkwasser der Probanden von bis zu $1 \mu\text{g}/\text{l}$ liegt eine mittlere Bleizufuhr von $27,0 \mu\text{g}/\text{Tag}$ vor. Bei einem Bleigehalt im Trinkwasser in einem Bereich zwischen 1 bis $5 \mu\text{g}/\text{l}$ beträgt die mittlere Zufuhr $37,9 \mu\text{g}/\text{Tag}$.

Andere potentielle Gliederungsmerkmale (vgl. Kap. 5.2) erwiesen sich auf der bivariaten Ebene nicht als signifikant, so daß sie nicht zur Deskription herangezogen werden.

Tab. 6.3: Tägliche Bleizufuhr (Ergebnis der Duplikatstudie)

	N		$\mu\text{g}/\text{Tag}$						$\mu\text{g}/(\text{kgKG} \cdot \text{Tag})$					
			n<BG	5	50	95	MAX	GM	sGM	5	50	95	MAX	GM
Gesamt	318	77	6	37	192	1500	31,5	3,1	0,07	0,52	2,35	24,19	0,434	3,18
Geschlecht														
Männer	137	34	6	44	197	1000	34,0	3,1	0,08	0,56	2,29	13,16	0,427	3,13
Frauen	181	43	5	30	179	1500	29,7	3,2	0,07	0,49	2,35	24,19	0,440	3,23
Geschlecht x Alter														
Männer														
25-34 Jahre	39	7	7	52	203	1000	46,6	3,2	0,09	0,68	2,68	13,16	0,596	3,17
35-49 Jahre	47	14	6	32	199	274	28,7	3,1	0,08	0,31	2,06	3,51	0,357	3,03
50-69 Jahre	51	13	6	43	129	346	31,3	2,9	0,07	0,48	1,66	5,24	0,388	3,09
Frauen														
25-34 Jahre	56	12	5	28	167	560	27,6	2,9	0,07	0,45	2,97	9,18	0,421	3,03
35-49 Jahre	64	16	5	37	193	1500	30,2	3,5	0,06	0,58	2,42	24,19	0,447	3,58
50-69 Jahre	61	15	6	31	195	390	31,4	3,1	0,08	0,48	2,27	6,61	0,453	3,13
Bleigeh. im Trinkwasser*														
bis 1 $\mu\text{g}/\text{l}$	180	50	6	28	157	1500	27,0	3,1	0,07	0,42	2,02	24,19	0,373	3,13
über 1 bis 5 $\mu\text{g}/\text{l}$	117	24	5	45	266	1000	37,9	3,2	0,07	0,62	3,38	13,16	0,519	3,29
über 5 $\mu\text{g}/\text{l}$	21	3	6	52	168	201	42,9	2,6	0,09	0,85	1,90	2,21	0,586	2,53

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze; 5, 50, 95 = Perzentile;
 MAX = Maximalwert; GM = geometrisches Mittel; sGM = Standardabweichung des geometrischen Mittels;
 KG = Körpergewicht; Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt.
 * = Merkmal signif. ($p < 0,01$) für $\mu\text{g}/\text{Tag}$; * = Merkmal signif. ($p < 0,01$) für $\mu\text{g}/(\text{kgKG} \cdot \text{Tag})$

Quelle: UBA, WaBoLu, Umwelt-Survey 1990/91, Bundesrepublik Deutschland

In anderen Duplikatstudien wurden für die mittlere Zufuhr von Blei mit der Nahrung ähnliche Werte ermittelt. Hahn et al. (1992) fanden bei ihrer Untersuchung von ostdeutschen Nahrungsduplikaten (Kantinen- und Individualverpflegung) eine mittlere Bleizufuhr von 19 $\mu\text{g}/\text{Tag}$. Müller et al. (1992) gaben für Sachsen mittlere Bleiaufnahmen zwischen 22 und 26 $\mu\text{g}/\text{Tag}$ an. Kibler (1989) berichtet für die Bleiaufnahmen in Bayern einen Wert von 12 $\mu\text{g}/\text{Tag}$ und konnte ebenfalls keine Abhängigkeit vom Geschlecht, der Jahreszeit oder der Verpflegungsart feststellen.

In anderen Ländern Europas ermittelte Zufuhren bewegen sich in vergleichbarer Größenordnung, wobei zu beachten ist, daß teilweise nur die arithmetischen Mittelwerte angegeben wurden (Anhang Tab. 10.1). In der internationalen, von der IAEA koordinierten Studie wurden ebenfalls ähnliche Bleiaufnahmen beschrieben, für Italien und Spanien wurden aber auch Raten bis zu 320 $\mu\text{g}/\text{Tag}$ (75. Perzentil) angegeben (Parr et al. 1991).

Der Befund eines Einflusses des Bleigehaltes im häuslichen Trinkwasser auf den Bleigehalt in den Duplikaten war nicht überraschend. Schon für den Bleigehalt im Blut konnte im Rahmen des Umwelt-Surveys ein Zusammenhang zum Bleigehalt im Trinkwasser aufgezeigt werden (Krause et al. 1996). Auch Wilhelm et al. (1995b) fanden bei der Untersuchung der Nahrung von 5- bis 8-jährigen Kindern die Tendenz zu höheren Zufuhren von Blei bei Vorhandensein von Bleileitungen im Haus (0,97 $\mu\text{g}/(\text{kgKG} \cdot \text{Tag})$ gegenüber 0,64 $\mu\text{g}/(\text{kgKG} \cdot \text{Tag})$).

Die in der Untersuchung von Wilhelm et al. auf das Körpergewicht bezogenen höheren Zufuhren sind auf das bei Kindern geringere Körpergewicht zurückzuführen. Der von den Autoren berichtete geometrische Mittelwert der Zufuhren von 19,2 µg/Tag ist geringer als der in dieser Studie bestimmte.

Von der FAO/WHO wurde für **Blei** ein **PTWI-Wert** von 25 µg/(kgKG*Woche) definiert (WHO 1993). Dieser wird bezogen auf den ermittelten geometrischen Mittelwert der Bleizufuhr von 3,0 µg/(kgKG*Woche) zu 12,0 % ausgelastet. Bei drei Probanden ist der PTWI-Wert überschritten. Dem höchsten Wert läßt sich aus dem 24h-Protokoll ein Verzehr von Dosenobst zuordnen. Zitrusfrüchte in Weißblechdosen mit Bleilötnaht können hohe Bleigehalte aufweisen (Klein 1982), wobei aber hinzuzufügen ist, daß solche Dosen heute nur noch selten auf dem Markt zu finden sind. Für die anderen Überschreiter könnte der Konsum von Wein und diversen Vollkornprodukten die Ursache für die erhöhten Werte sein, wobei hier jedoch eine eindeutige Zuordnung nicht möglich ist.

Cadmium

Nur 31 der 318 analysierten Duplikate weisen einen Cadmiumgehalt oberhalb der Bestimmungsgrenze von 0,005 mg/kg auf. Bezogen auf die individuell täglich zugeführte Nahrungsmittelmenge ergibt sich für diese 31 Probanden eine mittlere Cadmiumzufuhr von 19,9 µg/Tag, der Maximalwert beträgt 130 µg/Tag (Tab. 6.4). Für Proben mit nicht nachweisbaren Gehalten ergibt sich im Rahmen einer worst case-Abschätzung durch Multiplikation der Bestimmungsgrenze mit der maximal konsumierten Menge eine maximale tägliche Zufuhr von 30 µg/Tag. Über diesem Wert liegen 7 der 31 Proben mit Gehalten oberhalb der Bestimmungsgrenze.

Tab. 6.4: Tägliche Cadmiumzufuhr (Ergebnis der Duplikatstudie)

	N	n<BG	µg/Tag			µg/(kgKG*Tag)		
			GM_all	GM_bg	MAX	GM_all	GM_bg	MAX
Gesamt	318	287	7,4	19,9	130	0,102	0,289	1,76

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Anzahl Werte unter der Bestimmungsgrenze BG;
 GM_all = geometr. Mittel für gesamte Stichprobe; GM_bg = geometr. Mittel für Werte über der BG;
 KG = Körpergewicht; MAX = Maximalwert; Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt

Quelle: UBA, WaBoLu, Umwelt-Survey 1990/91, Bundesrepublik Deutschland

Setzt man für das Gesamtkollektiv die nicht nachweisbaren Gehalte mit der halben Bestimmungsgrenze an, so ergibt sich unter Berücksichtigung des täglichen Gesamtverzehrs eine mittlere Cadmiumzufuhr von **7,4 µg/Tag**.

Bei Bezug auf das individuelle Körpergewicht beträgt der geometrische Mittelwert der nachweisbaren Zufuhren $0,289 \mu\text{g}/(\text{kgKG} \cdot \text{Tag})$, der Maximalwert liegt bei $1,76 \mu\text{g}/(\text{kgKG} \cdot \text{Tag})$. Für die Proben mit nicht nachweisbaren Gehalten in der Nahrung ergibt sich für die tägliche Cadmiumzufuhr ein maximaler Wert von $0,40 \mu\text{g}/(\text{kgKG} \cdot \text{Tag})$.

Setzt man für das Gesamtkollektiv die nicht nachweisbaren Gehalte mit dem Wert der halben Bestimmungsgrenze an, so ergibt sich bei Bezug auf das individuelle Körpergewicht eine mittlere Cadmiumzufuhr von $0,102 \mu\text{g}/(\text{kgKG} \cdot \text{Tag})$.

Der Vergleich mit Daten aus der Literatur ist durch die hohe Anzahl von Proben mit Gehalten unterhalb der Bestimmungsgrenze nur eingeschränkt möglich. Hahn et al. (1992) fanden bei ihrer Untersuchung von ostdeutschen Nahrungsduplikaten (Kantinen- und Individualverpflegung) eine mittlere Cadmiumzufuhr von $13 \mu\text{g}/\text{Tag}$, Müller et al. (1993) gaben bei Männern und Frauen der neuen Bundesländer mittlere Zufuhren von 12 bzw. $10 \mu\text{g}/\text{Tag}$ an. Kibler (1989) berichtete für Bayern einen Wert der Zufuhr mit der Nahrung von $13 \mu\text{g}/\text{Tag}$ und konnte, wie in der vorliegenden Studie, keine Abhängigkeit vom Geschlecht, der Jahreszeit oder der Verpflegungsart feststellen.

Wilhelm et al. (1995b) fanden in ihrer Studie an 5- bis 8jährigen Kindern aus NRW für die tägliche Cadmiumzufuhr einen geometrischen Mittelwert von $6,98 \mu\text{g}/\text{Tag}$, wobei Gehalte unterhalb der Bestimmungsgrenze nicht vorkamen. Dieser Wert entspricht dem der vorliegenden Studie. Wegen des geringeren Körpergewichtes der Kinder ergab sich jedoch eine höhere effektive Dosis von $0,3 \mu\text{g}/(\text{kgKG} \cdot \text{Tag})$.

In der internationalen, von der IAEA koordinierten Studie wurden mittlere Cadmiumaufnahmen von 10 bis $30 \mu\text{g}/\text{Tag}$ beschrieben, wobei der maximale Wert in Japan gemessen wurde (Parr et al. 1991), das für hohe Zufuhren von Cadmium bekannt ist (Watanabe et al. 1993). Weitere internationale Vergleichsdaten finden sich in der Tabelle 10.1 im Anhang.

Von der FAO/WHO wurde für **Cadmium** ein PTWI-Wert von $7 \mu\text{g}/(\text{kgKG} \cdot \text{Woche})$ festgelegt (WHO 1993). Die in der vorgelegten Studie ermittelte mittlere Cadmiumzufuhr von $0,71 \mu\text{g}/(\text{kgKG} \cdot \text{Woche})$ entspricht einer 10,2 %igen Auslastung dieses Wertes. Bei nur einem Probanden wird der PTWI-Wert überschritten. Der dort ermittelte Wert von $1,76 \mu\text{g}/(\text{kgKG} \cdot \text{Tag})$ bzw. $130 \mu\text{g}/\text{Tag}$ könnte aufgrund des zugehörigen Protokolls durch den Verzehr von Weizenkleie oder von Blatt- und Frischgemüse verursacht sein.

Chrom

Die Toxizität des in der Nahrung enthaltenen dreiwertigen Chroms ist sehr niedrig. Es wird im Rahmen des vorliegenden Berichtes aber zusammen mit der Gruppe der Schadstoffe abgehandelt, da es bei den Untersuchungen des Umwelt-Surveys auch im Blut und im Urin analysiert wurde.

Für Chrom ergibt sich aus der Duplikatstudie eine mittlere Zufuhr von **24,6 µg/Tag** bzw. **0,34 µg/(kgKG*Tag)**. Der Maximalwert beträgt 515 µg/Tag (5,92 µg/(kgKG*Tag)). Für 184 der 318 Duplikate wurden Gehalte unterhalb der Bestimmungsgrenze von 0,01 mg/kg analysiert, für diese wurde bei den Berechnungen der Wert der halben Bestimmungsgrenze zugrunde gelegt (Tab. 6.5).

Für die Männer ergibt sich mit 28,5 µg/Tag eine im Vergleich zu den Frauen mit 22,0 µg/Tag signifikant höhere Chromaufnahme mit der Nahrung.

Bei Bezug auf das Körpergewicht liegt jedoch keine unterschiedliche Zufuhr vor. Bei Bezug auf das Körpergewicht läßt sich allerdings bei Männern und Frauen eine schwache Tendenz zu einer mit dem Alter abnehmenden Zufuhr von Chrom erkennen.

Andere potentielle Gliederungsmerkmale (vgl. Kap. 5.2) erwiesen sich auf der bivariaten Ebene als nicht signifikant, so daß sie nicht zur Deskription herangezogen werden.

Tab. 6.5: Tägliche Chromzufuhr (Ergebnis der Duplikatstudie)

	µg/Tag								µg/(kgKG*Tag)					
	N	n<BG	5	50	95	MAX	GM	sGM	5	50	95	MAX	GM	sGM
Gesamt	318	184	10	18	128	515	24,6	2,3	0,13	0,26	1,86	5,92	0,34	2,34
Geschlecht *														
Männer	137	73	11	22	127	515	28,5	2,2	0,13	0,26	1,66	5,92	0,35	2,29
Frauen	181	111	9	16	129	249	22,0	2,3	0,13	0,23	2,07	4,88	0,33	2,38
Geschlecht x Alter														
Männer														
25-34 Jahre	39	19	13	26	156	271	32,1	2,2	0,16	0,38	2,20	3,23	0,39	2,15
35-49 Jahre	47	26	8	22	83	480	27,8	2,2	0,11	0,26	1,07	5,52	0,33	2,33
50-69 Jahre	51	28	12	19	154	515	26,5	2,3	0,15	0,25	1,99	5,92	0,33	2,38
Frauen														
25-34 Jahre	56	29	9	18	197	239	25,7	2,6	0,14	0,29	2,78	4,18	0,39	2,69
35-49 Jahre	64	41	8	16	82	220	19,3	2,1	0,11	0,23	1,41	2,32	0,29	2,13
50-69 Jahre	61	41	11	15	103	249	22,0	2,3	0,15	0,23	1,54	4,88	0,32	2,32

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze; 5, 50, 95 = Perzentile; MAX = Maximalwert; GM = geometrisches Mittel; sGM = Standardabweichung des geometrischen Mittels; KG = Körpergewicht; Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt; * = Merkmal signif. (p<0,01) für µg/Tag; † = Merkmal signif. (p<0,01) für µg/(kgKG*Tag)

Quelle: UBA, WaBoLu, Umwelt-Survey 1990/91, Bundesrepublik Deutschland

Anderson und Kozlovsky (1985) berichteten in ihrer Studie aus den USA von einer täglichen Chromaufnahme von 28 µg/Tag (arithm. Mittel). Diese stimmt recht gut mit dem Ergebnis dieser Studie überein. In der internationalen, von der IAEA koordinierten Studie wurden mit hoher Schwankungsbreite mittlere Chromaufnahmen von 50 bis 110 µg/Tag beschrieben, also im Vergleich zu dieser Studie höhere Werte (Parr et al. 1991).

Nennenswerte Mengen an Chrom sind in Fleischprodukten, Bierhefe, Käse und Vollkornprodukten enthalten (DGE 1991). Die Prüfung der Zusammenhänge zwischen dem Konsum dieser Lebensmittel und dem Geschlecht hat ergeben, daß in den Duplikatproben der Männer häufiger Bier enthalten ist (vgl. Kap. 5.3). Männer verzehren außerdem im allgemeinen mehr Fleischprodukte (Heseker et al. 1992). Möglicherweise ist dadurch der geschlechtsspezifische Unterschied zu erklären. Relativ zum Körpergewicht unterscheidet sich die mittlere Chromzufuhr zwischen Männern und Frauen jedoch nicht signifikant.

Der von der DGE (Deutsche Gesellschaft für Ernährung) für Jugendliche und Erwachsene festgelegte Schätzwert für eine angemessene Chromzufuhr beträgt 50-200 µg/Tag (DGE 1991). Bezogen auf den in der vorliegenden Studie ermittelten geometrischen Mittelwert von 24,6 µg/Tag wird dieser Bereich nicht erreicht. 80,2 % der ermittelten Zufuhren liegen unterhalb von 50 µg/Tag.

Daraus eine Mangelversorgung abzuleiten, wäre allerdings voreilig. Zum einen werden die Kenntnisse über die Essentialität und den Stoffwechsel von Chrom noch immer als unzureichend eingeschätzt, so daß z.B. auf europäischer Ebene im Rahmen eines Berichtes des wissenschaftlichen Ausschusses für Lebensmittel (SCF) kein Wert für einen durchschnittlichen Bedarf festgelegt wurde (SCF 1993). Außerdem ist der relativ hohe Anteil der analysierten Gehalte unterhalb der Bestimmungsgrenze zu beachten, wobei die Berücksichtigung dieser Gehalte mit dem Wert der halben Bestimmungsgrenze möglicherweise zu einer zu konservativen Schätzung führt.

Kupfer

Für Kupfer ergibt sich aus der Duplikatstudie eine mittlere Zufuhr von **0,75 mg/Tag** bzw. 10,3 µg/(kgKG*Tag). Der Maximalwert der täglichen Zufuhr beträgt 3,7 mg/Tag (61 µg/(kgKG*Tag)). Für vier der 318 Duplikate wurden Gehalte unterhalb der Bestimmungsgrenze von 0,05 mg/kg analysiert, für diese wurde bei den Berechnungen der Wert der halben Bestimmungsgrenze zugrunde gelegt (Tab. 6.6).

Männer weisen mit 0,84 mg/Tag eine im Vergleich zu Frauen mit 0,69 mg/Tag deutlich höhere Kupferzufuhr auf. Bei Bezug auf das Körpergewicht ist dieser Unterschied nicht festzustellen. Bei Männern und Frauen weist die Gruppe der 25- bis 34jährigen jeweils die höchste Kupferaufnahme auf. Es liegt aber kein statistisch signifikanter Effekt vor.

Zwischen dem Kupfergehalt im häuslichen Trinkwasser und dem Kupfergehalt in den Duplikaten besteht ein signifikanter Zusammenhang. Bei einem Kupfergehalt im häuslichen Trinkwasser der Probanden von bis zu 0,3 mg/l liegt eine mittlere Kupferzufuhr von 0,71 mg/Tag vor. Bei einem Kupfergehalt im Trinkwasser in einem Bereich zwischen 0,3 bis 1 mg/l liegt eine mittlere Zufuhr von 0,86 mg/Tag vor.

Andere potentielle Gliederungsmerkmale (vgl. Kap. 5.2) erwiesen sich auf der bivariaten Ebene als nicht signifikant, so daß sie nicht zur Deskription herangezogen werden.

Die Höhe der in der vorliegenden Studie ermittelten Kupferaufnahme ist etwas niedriger als in anderen Studien. Anke et al. (1994b) ermittelten bei Populationen Ostdeutschlands 1991 eine tägliche Kupferaufnahme von 0,89 mg/Tag für Frauen bzw. 1,01 mg/Tag für Männer. Zusätzlich stellten sie eine geographische Abhängigkeit fest. In einer weiteren Studie (Anke et al. 1991) gaben sie einen Wertebereich von 0,54 bis 0,92 mg/Tag an. Hahn et al. (1992) ermittelten bei ihrer ebenfalls in Ostdeutschland durchgeführten Untersuchung (Kantinen- und Individualverpflegung) eine mittlere Kupferzufuhr von 0,97 mg/Tag.

Tab. 6.6: Tägliche Kupferzufuhr (Ergebnis der Duplikatstudie)

	N	n<BG	mg/Tag						µg/(kgKG*Tag)					
			5	50	95	MAX	GM	sGM	5	50	95	MAX	GM	sGM
Gesamt*	318	4	0,2	0,8	1,8	3,7	0,75	1,89	3	11	28	61	10,3	1,9
Geschlecht														
Männer	137	1	0,3	0,9	2,5	3,6	0,84	1,88	4	11	31	51	10,5	1,9
Frauen	181	3	0,2	0,7	1,6	3,7	0,69	1,87	3	11	26	61	10,2	2,0
Geschlecht x Alter														
Männer														
25-34 Jahre	39	0	0,4	1,1	3,1	3,6	1,04	1,82	5	13	38	51	13,1	1,8
35-49 Jahre	47	0	0,2	0,7	1,8	2,9	0,70	1,93	2	9	22	33	8,7	1,9
50-69 Jahre	51	1	0,5	0,8	2,4	3,2	0,84	1,81	5	10	29	32	10,4	1,8
Frauen														
25-34 Jahre	56	0	0,3	0,8	1,7	2,7	0,74	1,77	4	12	28	42	11,3	1,8
35-49 Jahre	64	2	0,2	0,7	1,6	3,7	0,67	1,98	3	11	27	61	10,0	2,1
50-69 Jahre	61	1	0,2	0,7	1,6	1,8	0,66	1,85	3	10	24	30	9,5	1,9
Kupfergeh. im Trinkwasser**														
bis 0,3 mg/l	231	4	0,2	0,7	1,7	3,7	0,71	1,93	3	10	27	61	9,8	2,0
über 0,3 bis 1 mg/l	56	0	0,4	0,8	1,7	1,9	0,86	1,55	6	13	26	30	12,2	1,6
über 1 mg/l	28	0	0,3	1,0	3,0	3,6	0,90	2,02	4	12	43	51	12,1	2,1

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze; 5, 50, 95 = Perzentile;
 MAX = Maximalwert; GM = geometrisches Mittel; sGM = Standardabweichung des geometrischen Mittels;
 KG = Körpergewicht; Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt;
 * = Merkmal signif. (p<0,01) für mg/Tag; * = Merkmal signif. (p<0,01) für µg/(kgKG*Tag)

Quelle: UBA, WaBoLu, Umwelt-Survey 1990/91, Bundesrepublik Deutschland

Im internationalen Vergleich scheinen wiederum die Werte der täglichen Kupferzufuhr aus der Bundesrepublik insgesamt eher niedrig (Tab. 10.2). Blanusa und Jorhem (1991) fanden für ihr Kollektiv aus Stockholm mit 1,06 mg/Tag eine höhere und für ihr Kollektiv aus Zagreb mit 0,58 mg/Tag eine geringere tägliche Zufuhr. In der internationalen, von der IAEA koordinierten Studie wurden mittlere Kupferaufnahmen von 1,2 bis 1,95 mg/Tag ermittelt (Parr et al. 1991).

Der Befund eines Einflusses des Kupfergehaltes im Trinkwasser auf den Kupfergehalt in den Duplikaten ist nicht überraschend. Kupfer ist ein gängiges Installationsmaterial für Rohrleitungen zur Trinkwasserversorgung. Im Rahmen der Untersuchungen des Umwelt-Surveys hatte sich für die westdeutsche Bevölkerung ein mittlerer Kupfergehalt im Trinkwasser von 85 µg/l in der Spontanprobe und 137 µg/l in der Stagnationsprobe ergeben (Krause et al. 1996). Bei 0,6 % der deutschen Bevölkerung wurde der Richtwert von 3 mg/l der

Trinkwasserverordnung bei der Stagnationsprobe überschritten. Bei den Teilnehmern an der Duplikatstudie kommen solche Überschreitungen nicht vor. Der für die Probanden der Duplikatstudie höchste gemessene Kupfergehalt im Trinkwasser beträgt aber immerhin 2,7 mg/l. Aus der Analyse des Duplikates dieses Probanden ergibt sich eine Kupferzufuhr von 0,96 mg/Tag bzw. 11,2 µg/(kgKG*Tag).

Der Schätzwert der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE) für eine angemessene Zufuhr von Kupfer beträgt für Jugendliche und Erwachsene 1,5 - 3,0 mg/Tag (DGE 1991). Die in dieser Studie ermittelte mittlere Zufuhr von 0,75 mg/Tag liegt nicht in diesem Bereich. Dies entspricht dem Ergebnis von Anke et al. (1994b), die feststellten, daß der Kupferbedarf Erwachsener niedriger sein dürfte, als es die nationalen Empfehlungen ausweisen. Der wissenschaftliche Ausschuß für Lebensmittel (SCF 1993) der Europäischen Gemeinschaft schlägt einen PRI-Wert (Population Reference Intake) von 1,1 mg/Tag vor, der als besser begründet angesehen wird als der DGE-Wert (DGE 1995). Auch dieser Wert wird im Mittel in dieser Studie nicht erreicht. Der als LTI-Wert (Lowest Threshold Intake) definierte Wert von 0,6 mg/Tag wird von gut 30 % der Probanden der vorliegenden Studie nicht erreicht. Der LTI-Wert ist definiert als Wert der Zufuhr, unterhalb dessen nahezu alle Personen nicht in der Lage sind, einen unveränderten Stoffwechsel aufrecht zu erhalten (SCF 1993).

Kupferreiche Lebensmittel sind Fleisch und Fleischprodukte wie Innereien (Leber), Fisch, Schalentiere, Nüsse, Kakao und einige grüne Gemüse (DGE 1991). Es ist zwar unwahrscheinlich, daß das Ernährungsverhalten des untersuchten Kollektivs gerade in bezug auf diese Lebensmittel im Vergleich zur Allgemeinbevölkerung eher untypisch ist, kann aber aufgrund der Anlage der Studie nicht ausgeschlossen werden. Daher kann, auch aufgrund der oben beschriebenen Unsicherheit über den quantitativen Kupferbedarf des Menschen (DGE 1991, SCF 1993), vorerst nicht von einer Mangelversorgung der Allgemeinbevölkerung gesprochen werden.

Quecksilber

Nur 11 der 318 analysierten Duplikate weisen einen Quecksilbergehalt oberhalb der Bestimmungsgrenze von 0,005 mg/kg auf. Bezogen auf die individuelle tägliche Nahrungsmittelzufuhr ergibt sich für diese 11 Probanden eine mittlere Quecksilberzufuhr von 20,9 µg/Tag, der Maximalwert beträgt 42 µg/Tag (Tab. 6.7).

Tab. 6.7: Tägliche Quecksilberzufuhr (Ergebnis der Duplikatstudie)

	N	n<BG	µg/Tag			µg/(kgKG*Tag)		
			GM_all	GM_bg	MAX	GM_all	GM_bg	MAX
Gesamt	318	307	6,9	20,9	42	0,096	0,263	0,64

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Anzahl Werte unter der Bestimmungsgrenze BG;
 GM_all = geometr. Mittel für gesamte Stichprobe; GM_bg = geometr. Mittel für Werte über der BG;
 KG = Körpergewicht; MAX = Maximalwert; Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt

Quelle: UBA, WaBoLu, Umwelt-Survey 1990/91, Bundesrepublik Deutschland

Für die nicht nachweisbaren Gehalte ergibt sich im Rahmen einer worst case-Abschätzung durch Multiplikation mit der maximal konsumierten Menge ein Wert von 30 $\mu\text{g}/\text{Tag}$. Von den 11 Duplikaten mit nachweisbaren Gehalten weisen 3 einen Gehalt oberhalb dieses Wertes auf. Setzt man für das Gesamtkollektiv die nicht nachweisbaren Gehalte mit der halben Bestimmungsgrenze an, so ergibt sich unter Berücksichtigung des täglichen Gesamtverzehr eine mittlere Quecksilberzufuhr von **6,9 $\mu\text{g}/\text{Tag}$** .

Bei Bezug auf das individuelle Körpergewicht beträgt der geometrische Mittelwert der nachweisbaren Zufuhren 0,263 $\mu\text{g}/(\text{kgKG}*\text{Tag})$, der Maximalwert liegt bei 0,64 $\mu\text{g}/(\text{kgKG}*\text{Tag})$. Für Proben mit nicht nachweisbaren Gehalten läßt sich eine maximale Quecksilberzufuhr von 0,40 $\mu\text{g}/(\text{kgKG}*\text{Tag})$ bestimmen.

Setzt man für das Gesamtkollektiv die nicht nachweisbaren Gehalte mit der halben Bestimmungsgrenze an, so ergibt sich bei Bezug auf das individuelle Körpergewicht eine mittlere Quecksilberzufuhr von **0,096 $\mu\text{g}/(\text{kgKG}*\text{Tag})$** .

Die Zufuhr von Quecksilber mit der Nahrung ist hauptsächlich durch Fisch bzw. Fischprodukte bedingt. Personen, die in ihrem 24h-Protokoll angaben, Fisch verzehrt zu haben, weisen mit 8,4 $\mu\text{g}/\text{Tag}$ eine signifikant höhere Quecksilberzufuhr auf als solche ohne Fischverzehr mit 6,7 $\mu\text{g}/\text{Tag}$. Bei Bezug auf das Körpergewicht ist ebenfalls eine entsprechende Differenz festzustellen (0,113 $\mu\text{g}/(\text{kgKG}*\text{Tag})$ gegenüber 0,093 $\mu\text{g}/(\text{kgKG}*\text{Tag})$). Bei der Gruppe der Fischesser sind in 8 von 47 Duplikaten nachweisbare Quecksilbergehalte festzustellen.

Die in der Tabelle 10.1 im Anhang angegebenen Daten aus der Literatur bewegen sich in etwa vergleichbarer Größenordnung. Ergänzend sei hier die Studie von Parr et al (1991) genannt, in der u.a. für Spanien eine Quecksilberzufuhr von 9 $\mu\text{g}/\text{Tag}$ (75. Perzentil) und für Italien eine Zufuhr von 29 $\mu\text{g}/\text{Tag}$ (75. Perzentil) berichtet wird.

Für Kinder der Bundesrepublik ermittelten Wilhelm et al. (1995a) im Vergleich zu dem Ergebnis der vorliegenden Studie eine deutlich geringere mittlere Quecksilberzufuhr von 0,3 $\mu\text{g}/\text{Tag}$ an Tagen ohne Fischverzehr. Sie arbeiteten mit einer deutlich geringeren analytischen Nachweisgrenze, so daß dies ein Hinweis darauf sein kann, daß die Berücksichtigung der Gehalte unterhalb der Bestimmungsgrenze mit dem halben Wert der Bestimmungsgrenze eine zu hohe Schätzung darstellt. Setzt man nun für die Proben der vorliegenden Studie mit Gehalten unterhalb der Bestimmungsgrenze den Gehalt mit „0“ an, so ergibt sich eine mittlere Quecksilberzufuhr von 0,8 $\mu\text{g}/\text{Tag}$.

Von der FAO/WHO wurde für **Quecksilber** ein **PTWI-Wert** von $5 \mu\text{g}/(\text{kgKG} \cdot \text{Woche})$ definiert (WHO 1989). Bei Berücksichtigung des berechneten geometrischen Mittelwertes für die tägliche Zufuhr an Quecksilber von $0,672 \mu\text{g}/(\text{kgKG} \cdot \text{Woche})$ ergibt sich eine 13,4 %ige Auslastung des **PTWI-Wertes**. Der Maximalwert von $4,48 \mu\text{g}/(\text{kgKG} \cdot \text{Woche})$ würde eine 89,6 %ige Auslastung des PTWI-Wertes bedeuten. Fischesser lasten gemäß der vorliegenden Ergebnisse mit $0,791 \mu\text{g}/(\text{kgKG} \cdot \text{Woche})$ den PTWI-Wert zu 15,8 % aus, Personen ohne Fischkonsum zu 13 %.

In der bereits zitierten Arbeit von Wilhelm et al. (1995a) wurde für fischessende Kinder eine ähnliche Auslastung des PTWI-Wertes von 17,3 % für den geometrischen Mittelwert gefunden.

6.2.2 Vergleich der gemessenen Zufuhrraten (Duplikate) mit geschätzten Zufuhren (Diet History und 24h-Protokolle)

Wie in Kapitel 4 beschrieben, sollte versucht werden, die in der Diet History-Befragung aufgenommenen Daten bezüglich der Schadstoffgehalte (Blei, Cadmium) in der Nahrung auszuwerten. Dazu sollten die bei der ZEBS vorhandenen Daten zu Schwermetallgehalten in bestimmten Lebensmitteln und Lebensmittelgruppen den Angaben in der Diet History zugeordnet werden, um auf diese Weise tägliche Zufuhren der Schadstoffe aus den Angaben der Diet History abzuschätzen.

Diese Schätzung wurde auch für die Angaben in den 24h-Protokollen vorgenommen, um so einen Vergleich mit den tatsächlich analysierten Gehalten in den Duplikatproben zu ermöglichen und einen Anhaltspunkt für die Qualität des Schätzverfahrens zu erhalten.

Es stellte sich heraus, daß für Blei und Cadmium der geometrische Mittelwert aus der Duplikatmethode deutlich höher ist als die über die ZEBS-Zuordnung für die Diet History und die 24h-Protokolle geschätzten Werte. Bei diesem Vergleich sind jedoch methodische Schwierigkeiten zu berücksichtigen (vgl. Kap. 4). So liegen bei der ZEBS nur für wenige Lebensmittel Blei- und Cadmiumgehalte vor, die wiederum teilweise ganzen Lebensmittelgruppen zugeordnet wurden. Dies hatte zur Folge, daß den in der Diet History-Studie und den 24h-Protokollen angegebenen verzehrten Lebensmitteln entweder der entsprechende ZEBS-Wert für das Lebensmittel - oder falls keine direkte Zuordnung möglich war - der Wert der Lebensmittelgruppe zugeordnet wurde. War keine Zuordnung möglich, wurde dem Lebensmittel ein Gehalt von 0 mg/kg zugeordnet. Geht man davon aus, daß in fast allen Lebensmitteln Spuren an Blei und Cadmium feststellbar sind, ist plausibel, daß die Zuordnung eines Gehaltes von 0 mg/kg für Blei bzw. Cadmium eine Unterschätzung der Gehalte an diesen Schadstoffen in den in 24 Stunden aufgenommenen Lebensmitteln bedeutet. Für Blei und Cadmium kann daher aus dem vorliegenden Ergebnis gefolgert werden, daß die hier vorgenommene Methode der Zuordnung unbefriedigend ist und keine Möglichkeit bietet, die Datensätze dieser Studie und der ZEBS sinnvoll zu verknüpfen.

Vergleichend seien an dieser Stelle die von der ZEBS selbst auf der Grundlage eines Warenkorbbs berechneten Werte für die geschätzte tägliche Zufuhr von Blei und Cadmium erwähnt. Für Blei wurde ein Mittelwert der täglichen Zufuhr von 0,076 mg/Tag für Männer und 0,047 mg/Tag für Frauen bestimmt (ZEBS 1994). Die Differenz zu den in dieser Studie bestimmten Werten von 0,034 mg/Tag für Männer und 0,030 mg/Tag für Frauen bewegt sich in einer Größenordnung, wie sie zu erwarten ist, da in Warenkorbstudien wegen der Nichtberücksichtigung der Zubereitung der Nahrung eher höhere Bleiaufnahmeraten als in Duplikatstudien bestimmt werden.

Für Cadmium wurde von der ZEBS eine tägliche Zufuhr von 0,032 mg/Tag für Männer und 0,019 mg/Tag für Frauen (ZEBS 1994) angegeben, die deutlich höher liegen als die in dieser Studie ermittelten Werte von 0,008 mg/Tag für Männer und 0,007 mg/Tag für Frauen. Allerdings muß bei diesem Vergleich berücksichtigt werden, daß in vielen Duplikatproben der Cadmiumgehalt unterhalb der Bestimmungsgrenze lag. Betrachtet man **nur die Proben**, für die ein Meßwert größer als die Bestimmungsgrenze vorliegt (n=31), so findet man bei den Frauen (n=19) einen geometrischen Mittelwert von 0,019 mg/Tag, der genau der von der ZEBS angegebenen Zufuhrmenge entspricht. Für die Männer mit nachweisbaren Cadmiumgehalten in der Duplikatprobe (n=12) liegt die mittlere Zufuhr mit 0,022 mg/Tag etwas unter der Angabe der ZEBS.

Generell gilt auch für die toxischen Schwermetalle, daß die Duplikatstudie im Vergleich zu anderen Methoden, meist Warenkorbuntersuchungen oder Total Diet-Studien, eher zu geringeren Zufuhren führt (Fisher 1987). Diskutiert wird in diesem Zusammenhang die Möglichkeit von Veränderungen der Stoffgehalte durch küchentechnische Maßnahmen. So wird z.B. bei Blei, das häufig oberflächlich auf pflanzlichen Lebensmitteln vorliegt, durch einfaches Waschen eine Dekontamination erreicht. Für Cadmium, das sich weniger auf als vielmehr in den Lebensmitteln befindet, ergibt sich eine geringere Reduzierung (Baumann 1987, Kampe 1982, Klein 1982).

6.2.3 Zusammenhang zwischen den täglichen Zufuhren und der korporalen Belastung

Die Nahrung kann für Schadstoffe einen wesentlichen Expositionspfad für die korporale Belastung darstellen. Daher ist anzunehmen, daß zumindest für einen Teil der Schadstoffe Zusammenhänge zwischen der Zufuhr durch die Nahrung und den Gehalten in den Körperflüssigkeiten bestehen.

Im Rahmen des Umwelt-Surveys wurden die Blei-, Cadmium-, Kupfer- und Quecksilbergehalte im Blut und die Arsen-, Cadmium-, Chrom-, Kupfer- und Quecksilbergehalte im Urin der Probanden untersucht, so daß sich die folgenden Betrachtungen über Zusammenhänge mit der Nahrungsaufnahme nur auf diese Elemente beziehen.

Für das untersuchte Kollektiv (n=318) konnten keine signifikanten korrelativen Zusammenhänge zwischen den Gehalten in den Körperflüssigkeiten und den Zufuhren, auch bezogen auf das Körpergewicht, festgestellt werden. Berücksichtigt man nur die Probanden der Nacherhebung (n=118), für die zeitgleich mit der Duplikatstudie eine weitere Blutprobe gewonnen wurde, konnte ebenfalls kein signifikanter Zusammenhang gefunden werden.

Bei Arsen, Cadmium und Quecksilber wies die Mehrzahl der analysierten Duplikate einen Gehalt unterhalb der Bestimmungsgrenze auf, so daß eine signifikante Korrelation für diese Elemente - schon aufgrund der Datenlage - nicht zu erwarten war. Bei Gruppierung derjenigen Probanden mit Duplikaten mit Gehalten über der Bestimmungsgrenze gegenüber denen mit Gehalten unterhalb der Bestimmungsgrenze lassen sich zwischen diesen beiden Gruppen keine signifikanten Unterschiede in den mittleren Gehalten des entsprechenden Elementes in den Körperflüssigkeiten (Blut/Urin) feststellen.

Führt man trotz der teilweise geringen Fallzahlen eine Korrelationsrechnung nur für diejenigen Probanden durch, deren Duplikatprobe nachweisbare Gehalte aufwies, so sind auch bei dieser Prüfung keine signifikanten Zusammenhänge zwischen den täglichen Zufuhren der Elemente und den Gehalten im Blut und Urin festzustellen.

Für die Schadstoffzufuhren durch die Nahrung und für die Schadstoffgehalte im Blut und im Urin, die im Rahmen des Umwelt-Surveys untersucht wurden, konnten aber teilweise ähnliche Belastungsfaktoren bzw. Abhängigkeiten bestimmt werden. So war z.B. im Rahmen des Umwelt-Surveys 1990/91 die Häufigkeit des Fischkonsums auf der bivariaten Ebene ein signifikantes Merkmal für den Arsengehalt im Urin (Krause et al. 1996). Im Rahmen der Duplikatstudie wurde nun bei Fischkonsum eine höhere mittlere Arsenzufuhr festgestellt. Im folgenden werden daher die bei der Deskription der Gehalte im Blut und im Urin signifikanten Gliederungsmerkmale vergleichend herangezogen.

Arsen

Im Rahmen des Umwelt-Surveys wurde der Arsengehalt im Urin der westdeutschen Allgemeinbevölkerung untersucht. Nur 20 der 318 Duplikate der Probanden des in der Nahrungserhebung untersuchten Subkollektivs wiesen einen nachweisbaren Arsengehalt auf.

Die Zufuhr von Arsen ist, wie mehrfach erwähnt, hauptsächlich abhängig vom Fischkonsum. In der Gruppe der Duplikate mit nachweisbaren Arsengehalten war der Anteil an Personen, die Fisch verzehrt hatten, mit 75 % signifikant höher als in der Gruppe mit Meßwerten unterhalb der Bestimmungsgrenze für Arsen (11 %). Für Personen, die Fisch verzehrten, ergab sich eine tägliche mittlere Arsenzufuhr von 1,38 $\mu\text{g}/(\text{kgKG}\cdot\text{Tag})$. Für diejenigen, die keinen Fisch verzehrt hatten, wurde eine tägliche Zufuhr von 0,94 $\mu\text{g}/(\text{kgKG}\cdot\text{Tag})$ ermittelt.

Diesen Angaben stehen die deskriptiven Ergebnisse zu den korporalen Belastungen des Umwelt-Surveys 1990/91 gegenüber. Zwischen den Arsengehalten im Urin und den Fragebogenangaben der Probanden zur Häufigkeit des Fischverzehr zeigte sich für die westdeutsche Bevölkerung

ein signifikanter Zusammenhang. Bei Personen, die angaben, nie Fisch zu verzehren, wurde ein geometrischer Mittelwert von 4,20 µg Arsen/l Urin geschätzt. Personen, die angaben, mehr als einmal pro Woche Fisch zu konsumieren, wiesen einen mittleren Arsengehalt im Urin von 8,87 µg/l auf.

Andere die Ernährung betreffende Gliederungsmerkmale für den Arsengehalt im Urin (Krause et al. 1996) bestätigten sich im Rahmen der Duplikatstudie für den Arsengehalt in der zugeführten Nahrung nicht. So waren die Häufigkeit des Konsums von Mineralwasser und die des Konsums von Wein/Sekt/Obstwein, alle Merkmale, die mit der korporalen Belastung einen Zusammenhang zeigten, nicht signifikant. Allerdings wurde bereits im Rahmen der Deskription der Gehalte im Urin auf mögliche Confoundereffekte hingewiesen.

Für die vorliegende Unterstichprobe konnte der beschriebene Zusammenhang zwischen der zugeführten Menge an Bier (ml) und dem Arsengehalt im Urin (µg/l) bestätigt werden. Der Korrelationskoeffizient fiel allerdings mit 0,17 nicht sehr hoch aus. Die Ursache für diesen Zusammenhang zwischen dem Alkoholkonsum und dem Arsengehalt im Urin ist bisher nicht geklärt (Krause et al. 1996).

Blei

Im Rahmen des Umwelt-Surveys wurde der Bleigehalt im Blut der westdeutschen Allgemeinbevölkerung untersucht. Ein korrelativer Zusammenhang zwischen dem Bleigehalt im Blut und der täglichen Bleizufuhr mit der Nahrung konnte für das untersuchte Kollektiv der Nahrungserhebung nicht festgestellt werden.

Für beide Merkmale, d.h. den Bleigehalt im Blut und die tägliche Zufuhr von Blei mit der Nahrung, konnte allerdings eine Abhängigkeit vom Bleigehalt im häuslichen Trinkwasser gefunden werden. Bei einem Bleigehalt von bis zu 5 µg/l im Trinkwasser wurde ein mittlerer Bleigehalt im Blut von 44,9 µg/l bestimmt. Bei einem Gehalt von mehr als 5 bzw. mehr als 20 µg/l Blei im Trinkwasser wurde ein mittlerer Bleigehalt im Blut von 47,5 µg/l bzw. 63,5 µg/l festgestellt. Wurde ein Bleigehalt im häuslichen Trinkwasser von mehr als 5 µg/l gefunden, betrug die Zufuhr über die Nahrung 42,9 µg/Tag. Bei geringeren Gehalten im Trinkwasser lauteten die Werte für die Bleizufuhr mit der Nahrung 37,9 µg/Tag (bei einem Bleigehalt im Haushaltswasser von 1-5 µg/l) bzw. 27,0 µg/Tag (bei einem Gehalt bis 1 µg/l Blei im Wasser).

Die Vermutung, daß zwischen dem Bleigehalt des Trinkwassers und dem Bleigehalt im Blut eine signifikante Korrelation besteht, konnte wie im Umwelt-Survey 1990/91 auch in anderen Studien (Sherlock et al. 1984) nachgewiesen werden. Es ist außerdem plausibel, daß der Bleigehalt im Trinkwasser für die Höhe des Bleigehaltes in den Duplikaten von Bedeutung ist.

Der Alkoholkonsum, der im Rahmen der 24h-Protokollierung von dem untersuchten Kollektiv angegeben wird, entspricht den Angaben zu den Häufigkeiten des Alkoholkonsums, die im Rahmen des Umwelt-Surveys ermittelt wurden. Personen, die angaben, täglich mehr als einen halben Liter Bier zu trinken, wiesen in ihren Duplikaten ein Volumen von durchschnittlich 660 ml Bier auf. Bei Personen, die maximal einen halben Liter Bier trinken, fanden sich im Mittel 238 ml Bier im Duplikat, und bei Personen, die nach eigenen Angaben fast nie Bier trinken, enthielt die Duplikatprobe durchschnittlich 55 ml Bier.

Die Fragebogenangaben des Umwelt-Surveys zum Weinkonsum werden durch die Angaben in den 24h-Protokollen ebenfalls bestätigt. In Duplikaten von Personen, die angaben, täglich mehr als ein Glas Wein zu trinken, wurden durchschnittlich 121 ml Wein festgestellt. Bei Personen mit geringerem Weinkonsum finden sich 42 ml im Duplikat.

Das Kollektiv ist außerdem bzgl. der Angaben zur Häufigkeit des Konsums von Wein und Bier mit dem Gesamtkollektiv des Umwelt-Surveys vergleichbar. Im Rahmen des Umwelt-Surveys gaben 42,6 % der Probanden an, maximal einmal pro Monat Bier zu trinken, bei der Duplikatstudie waren es 43,7 % der Probanden. Mehrmals in der Woche konsumierten 29,3 % der Probanden des Umwelt-Surveys und 26,9 % der Duplikatstudie Bier. Eine ähnlich gute Übereinstimmung kann für den Weinkonsum festgestellt werden.

Im Rahmen der Auswertung der Daten zum Bleigehalt im Blut im Rahmen des Umwelt-Surveys hatte sich ein deutlicher Zusammenhang zwischen dem Bleigehalt im Blut und der täglich konsumierten Menge an reinem Alkohol, dem Konsum von Wein, Sekt oder Obstwein und dem Bierkonsum ergeben. Neben einer Wirkung des Alkohols auf den Bleimetabolismus konnte aufgrund der Ergebnisse eine Wirkung der Bleigehalte in den alkoholischen Getränken selbst als Ursache für diesen Befund nicht ausgeschlossen werden (Krause et al. 1996). Im Rahmen der Auswertung der Duplikatstudie konnte jedoch kein Zusammenhang zwischen der täglich konsumierten Alkoholmenge bzw. dem Konsum von Wein, Sekt, Obstwein oder Bier und dem Bleigehalt im Duplikat gefunden werden.

Im Rahmen einer zusätzlichen Auswertung wurden für die Bleizufuhr mit der aufgenommenen Nahrung multivariate Analysen durchgeführt. Das Regressionsmodell, das man als Ergebnis dieser multivariaten Zusammenhangsanalyse für die Bleizufuhr ($\text{mg}/(\text{kgKG} \cdot \text{Tag})$) erhielt, vermag allerdings nur 15 % der Gesamtvarianz zu erklären. Dabei wurde die Zielvariable log-transformiert, da für sie eine Lognormalverteilung angenommen werden kann (vgl. Kap. 5.2).

Vier Variable fanden Eingang in das Modell. Dabei leistet die Variable „zugeführte Nahrungsmenge pro kg Körpergewicht (mg/kg)“ mit 6,5 % den größten Beitrag zur erklärten Gesamtvarianz. Der „Bleigehalt im Trinkwasser ($\mu\text{g}/\text{l}$)“ erklärt 3,9 %, die Variable „Jahreszeit (Herbst/Winter vs. Frühling/Sommer)“ 3,0 %. Zusätzlich entfallen noch 1,7 % der Gesamtvarianz des Bleigehaltes in der zugeführten Nahrung auf die Variable „verzehrte Menge an Fleisch in g“.

Interessiert man sich nicht so sehr für die Menge der am Tag der Probenahme zugeführten Nahrung, sondern eher für die Zusammensetzung der Nahrung, so wird die Zielvariable der multivariablen Regression gebildet aus dem Bleigehalt pro kg Lebensmittel (mg/kg). Bis auf die Variable „zugeführte Nahrungsmenge pro kg Körpergewicht (mg/kg)“, die wegen der Normierung auf die Nahrungsmenge erwartungsgemäß aus dem Regressionsmodell fällt, leisten die übrigen Prädiktoren aus dem Modell für den Bleigehalt in der zugeführten Nahrung (mg/(kgKG*Tag)) auch hier einen signifikanten Beitrag zur erklärten Gesamtvarianz.

Dabei trägt die „Jahreszeit (Herbst/Winter vs. Frühling/Sommer)“ 4,7 %, der „Bleigehalt im Trinkwasser ($\mu\text{g/l}$)“ 3,8 % und die „verzehrte Menge an Fleisch in g“ 1,7 % zur Varianzaufklärung bei. Zusätzlich erklärt in diesem Modell die „konsumierte Weinmenge in ml“ noch 1,7 % der Gesamtvarianz des Bleigehaltes pro kg Lebensmittel. Die Varianzaufklärung dieses Modells beträgt 11,6 %. Bei der Interpretation dieser Ergebnisse ist allerdings der beschriebene Zusammenhang zwischen der Jahreszeit der Probenahme und der Region zu berücksichtigen, so daß sich hinter den jahreszeitlichen Effekten u.U. auch regionale Einflüsse verbergen können (vgl. Kap. 5.3).

Wegen des gerade für den Zusammenhang zwischen dem Alkoholkonsum und dem Bleigehalt im Blut formulierten Forschungsbedarfs (Bernigau et al. 1996) wurde im Rahmen der vorliegenden Arbeit in einer weiteren Auswertung der Zusammenhang zwischen der Höhe des Wein- bzw. Bierkonsums (ml) aus den Duplikaten und dem Bleigehalt im Blut untersucht. Für die 118 Probanden der Nachfaßaktion (vgl. Kap. 2.1) liegt dabei eine Korrelation von 0,2 vor, die aber recht niedrig ist und auch aufgrund des geringen Stichprobenumfangs nur bedingte Aussagekraft hat. Dabei liegt bei Personen, die Wein getrunken hatten, der Bleigehalt im Blut mit $4,9 \mu\text{g/l}$ etwas höher als bei denen ohne Weinkonsum ($3,9 \mu\text{g/l}$).

Insgesamt muß aber festgehalten werden, daß sich auch aus dieser vorliegenden Untersuchung keine eindeutige Aussage zur Aufklärung des Zusammenhangs zwischen dem Alkoholkonsum und dem Bleigehalt im Blut ableiten läßt.

Im Rahmen der deskriptiven Auswertung des Umwelt-Surveys für den Bleigehalt im Blut wurde außerdem ein signifikanter Zusammenhang mit der Häufigkeit des Konsums von Milch und Milchprodukten gefunden und auf die Wirkung des Calciums auf den Bleimetabolismus zurückgeführt. In der vorliegenden Auswertung konnte für die Unterstichprobe der Zusammenhang zwischen dem Bleigehalt im Blut und der Zufuhr von Milch und Milchprodukten nicht bestätigt werden.

Cadmium

Im Rahmen des Umwelt-Surveys wurde der Cadmiumgehalt im Blut und im Urin der westdeutschen Allgemeinbevölkerung untersucht. Nur 31 der 318 Duplikate der Probanden des für die Nahrungserhebung untersuchten Subkollektivs wiesen einen nachweisbaren Cadmiumgehalt auf.

Für den Cadmiumgehalt im Blut und tendenziell auch für den Gehalt im Urin ließ sich u.a. eine Abhängigkeit von der täglich konsumierten Alkoholmenge (Krause et al. 1996) aufzeigen. Dieses auf der bivariaten Auswertungsebene ermittelte Ergebnis bestätigte sich jedoch nicht bei der multivariaten Zusammenhangsanalyse (Schwarz et al. 1993). Es ist anzunehmen, daß durch den auf der bivariaten Auswertungsebene gefundenen Zusammenhang zwischen dem Cadmiumgehalt im Blut bzw. Urin und dem Alkoholkonsum der Einfluß des Rauchverhaltens auf den Cadmiumgehalt widerspiegelt wird, denn für den Zigaretten- und Alkoholkonsum besteht eine signifikante Assoziation (Krause et al. 1996). Auch im Rahmen der vorliegenden Auswertung konnte kein Zusammenhang zwischen Wein- bzw. Bierkonsum in der Duplikatprobe und dem Cadmiumgehalt im Blut bzw. Urin für die Stichprobe gefunden werden.

Chrom

Im Rahmen des Umwelt-Surveys wurde der Chromgehalt im Urin der westdeutschen Allgemeinbevölkerung untersucht. Eine signifikante Korrelation zwischen dem Chromgehalt im Urin und der täglichen Chromzufuhr mit der Nahrung konnte für das untersuchte Subkollektiv der Nahrungserhebung nicht festgestellt werden.

Chrom unterliegt genau wie Kupfer im Körper einer homöostatischen Regulierung. Anderson und Kozlovsky (1985) berichteten, daß die tägliche Urinausscheidung unabhängig von der Zufuhr mit der Nahrung ist, und vermuteten, daß eine höhere Absorption bei geringerem Angebot an Chrom der Grund sei.

Im Rahmen des Umwelt-Surveys 1990/91 wurde nur für den auf Creatinin bezogenen Chromgehalt im Urin eine Abhängigkeit vom im Fragebogen erfragten Konsum von Mineralwasser und dem Alkoholkonsum festgestellt. Bereits dort vermutete man, daß dieser Effekt auf einen Confounder zurückzuführen ist (Krause et al. 1996).

Kupfer

Kupfer unterliegt im menschlichen Körper einer homöostatischen Regulierung, so daß ein Zusammenhang zwischen dem Kupfergehalt in den Körperflüssigkeiten und dem Angebot aus der Nahrung nicht zu erwarten ist. Entsprechend konnte keine signifikante Korrelation zwischen den Kupfergehalten im Blut und im Urin und der täglichen Kupferzufuhr mit der Nahrung für das untersuchte Subkollektiv der Nahrungserhebung festgestellt werden. Die Angaben aus der Diet History-Befragung und die der 24h-Protokolle wurden durch Zuordnung zum BLS ausgewertet. Auch für die durch diese Vorgehensweise ermittelten mittleren Kupferzufuhren konnte kein Zusammenhang zur korporalen Belastung mit Kupfer festgestellt werden.

Die im Rahmen des Umwelt-Surveys für den Kupfergehalt im Blut bzw. Urin als signifikant identifizierten Gliederungsmerkmale Alkoholkonsum und Konsum von Bier (Angaben in den Fragebögen des Umwelt-Surveys) konnten in der vorliegenden Auswertung für die Unterstichprobe nicht bestätigt werden. In den Berichten über die Auswertung des Umwelt-Surveys wurde auf einen entsprechenden Confoundereffekt des Geschlechts bereits hingewiesen.

Ein Zusammenhang zwischen dem Wein- bzw. Bierkonsum (ml) und dem Kupfergehalt in den Duplikaten konnte ebenfalls nicht ausgemacht werden.

Quecksilber

Im Rahmen des Umwelt-Surveys wurde der Quecksilbergehalt im Blut und im Urin der westdeutschen Allgemeinbevölkerung untersucht. Nur 11 der 318 Duplikate der Probanden des für die Nahrungserhebung untersuchten Kollektivs wiesen einen nachweisbaren Quecksilbergehalt auf.

Die Zufuhr von Quecksilber mit der Nahrung ist hauptsächlich abhängig vom Fischkonsum. In der Gruppe der Duplikate mit nachweisbaren Quecksilbergehalten war der Anteil an Personen, die Fisch verzehrt hatten, mit 73 % signifikant höher als in der Gruppe mit Meßwerten unter der Bestimmungsgrenze (14 %).

Diesen Angaben stehen die Ergebnisse des Umwelt-Surveys 1990/91 zu den korporalen Belastungen gegenüber. Zwischen den Fragebogenangaben der Probanden zur Häufigkeit des Fischverzehr und dem mittleren Quecksilbergehalt im Blut zeigte sich für die westdeutsche Bevölkerung ein signifikanter Zusammenhang. Bei Personen, die angaben, nie Fisch zu verzehren, wurde ein geometrischer Mittelwert von 0,28 µg Quecksilber/l Blut ermittelt. Personen, die angaben, mehr als einmal pro Woche Fisch zu konsumieren, wiesen einen mittleren Quecksilbergehalt im Blut von 0,68 µg/l auf. Ein Zusammenhang zwischen dem Fischverzehr und dem Quecksilbergehalt im Urin konnte nicht festgestellt werden.

Andere mit der Ernährung in Zusammenhang stehende Gliederungsmerkmale für den Quecksilbergehalt im Blut bestätigten sich im Rahmen der Ernährungserhebung nicht. So war zwischen der Höhe des Bier- bzw. Weinkonsums und dem Quecksilbergehalt im Blut kein Zusammenhang feststellbar. Dies wurde bei der Untersuchung der Quecksilbergehalte in den Duplikaten bestätigt. Auch dort unterschied sich die Gruppe mit meßbaren Quecksilbergehalten in ihrem Konsum von Bier und Wein nicht von der Gruppe mit Quecksilbergehalten unterhalb der Bestimmungsgrenze.

Durch Fischkonsum wird dem Körper vor allem organisch gebundenes Quecksilber zugeführt, wobei sich diese Zufuhr hauptsächlich in einer Erhöhung des Quecksilbergehaltes im Blut widerspiegelt. Man kann annehmen, daß ein großer Teil der Personen, die an dem Tag der Duplikatstudie Fisch verzehrten, auch zu den regelmäßigen Fischessern zu zählen sind, und damit der vermutete Zusammenhang eher verstärkt würde. Die Tatsache, daß eine Abhängigkeit zwischen dem Quecksilbergehalt in der Nahrung und den Gehalten im Blut nicht gefunden wird, liegt sicherlich an dem hohen Anteil von Werten unterhalb der Bestimmungsgrenze. Dies bestätigt sich, wenn man den deutlich höheren Anteil an Fischessern (73 %) in der Gruppe mit nachweisbaren Quecksilbergehalten in der Nahrung gegenüber dem Anteil (14 %) in der Gruppe mit Meßwerten unterhalb der Bestimmungsgrenze für Quecksilber berücksichtigt.

Zusammenfassung

Ein wesentlicher Grund für den im Rahmen der vorliegenden Studie nicht nachzuweisenden Zusammenhang zwischen der korporalen Belastung und den Schadstoffzufuhren mit der Nahrung dürfte bei Arsen, Cadmium und Quecksilber der hohe Anteil von nicht nachweisbaren Gehalten in den Duplikaten sein. Wie mehrfach erwähnt, sind die analytischen Methoden der staatlichen Lebensmittelüberwachung für die Bestimmung von Schadstoffgehalten in Duplikaten für diesen Zweck nicht ausreichend.

Ein weiterer Punkt, der bei zukünftigen Studien berücksichtigt werden sollte, ist der Zeitpunkt der Probenahmen. Für einige Probanden dieser Studie konnte keine zeitgleiche Probenahme der Duplikate und der Urin- und Blutproben durchgeführt werden. Wesentlich ist dieser Punkt sicherlich für die Elemente Quecksilber und Arsen, da die Zufuhren eindeutig vom Fischkonsum abhängen. Optimal wäre in diesem Zusammenhang die Berücksichtigung der Halbwertszeiten im menschlichen Organismus.

Wegen der homöostatischen Regulierung ist für Chrom und Kupfer kein Zusammenhang zwischen der täglichen Zufuhr mit der Nahrung und den Gehalten in Blut bzw. im Urin zu erwarten.

Bei einigen Schadstoffen konnten für die Zufuhren über die Nahrung die gleichen Zusammenhänge wie für die Gehalte im Blut bzw. Urin festgestellt werden. Der Fischkonsum zeigte sowohl einen signifikanten Einfluß auf die Arsen- und Quecksilberzufuhr mit der Nahrung, als auch auf den Arsengehalt im Urin und den Quecksilbergehalt im Blut. Für das Blei gilt, daß der Gehalt im Trinkwasser sich auf den Bleigehalt im Duplikat und gleichzeitig auf den Gehalt im Blut auswirkt. Der für den Bleigehalt im Blut deutliche Zusammenhang mit dem Alkoholkonsum spiegelt sich bei bivariater Auswertung der Daten der Duplikatstudie nicht wider. Erst bei multivariater Betrachtung wird er erkennbar.

6.3 Nitrat und Nitrit

Nitrat und Nitrit werden im Rahmen der vorliegenden Studie zur Gruppe der Schadstoffe gezählt, da einerseits in Lebensmitteln enthaltenes Nitrat bei der Lagerung in Nitrit umgewandelt werden kann, und andererseits ein Teil des zugeführten Nitrats in vivo zu Nitrit reduziert wird. Nitrit kann an der Bildung von Nitrosaminen in Organismen beteiligt sein, welche wiederum karzinogenes Potential besitzen, und kindliche Methämoglobinämie verursachen.

6.3.1 Tägliche Zufuhren (Duplikatstudie) und Vergleich mit Orientierungswerten

Nitrat

Aus der Duplikatstudie ergibt sich eine mittlere Nitratzufuhr von **67,9 mg/Tag bzw. 0,94 mg/(kgKG*Tag)**. Die Zufuhr zeigt eine hohe Schwankungsbreite, es liegt ein Maximalwert von immerhin 1110 mg/Tag (16,3 mg/(kgKG*Tag)) und ein Minimalwert von nur 8,9 mg/Tag (0,08 mg/(kgKG*Tag)) vor (Tab. 6.8).

Bei Bezug der Zufuhr auf das Körpergewicht weisen Frauen mit 1,00 mg/(kgKG*Tag) eine höhere mittlere Zufuhr auf als Männer mit 0,85 mg/(kgKG*Tag). Dieser Unterschied erweist sich jedoch bei statistischer Prüfung nicht als signifikant. Dies gilt auch für die Tendenz zu einer mit zunehmenden Lebensalter steigenden Nitrataufnahme bei Männern und Frauen.

Gemüse und Salat gelten als wesentliche Quellen für Nitrat in der Nahrung. Bei mehr als 200 g Gemüse im Duplikat liegt eine Nitratzufuhr von 101,5 mg/Tag (1,41 mg/(kgKG*Tag)) vor. Bei einem Konsum von bis zu 200 g Gemüse liegt dagegen die zugeführte Menge an Nitrat bei 53,7 mg/Tag (0,73 mg/(kgKG*Tag)).

Ein entsprechendes Ergebnis zeigt sich beim Salatverzehr. Hat der Proband am Tag der Probenahme Salat gegessen, liegt die durchschnittliche Menge an zugeführtem Nitrat bei 97 mg/Tag (1,34 mg/(kgKG*Tag)). Ist im Duplikat kein Salat vorhanden, so können nur 54,3 mg/Tag (0,75 mg/(kgKG*Tag)) Nitrat festgestellt werden. Auch bei Bezug auf das individuelle Körpergewicht der Probanden sind diese Unterschiede zwischen den Gruppen mit unterschiedlichem Verzehr signifikant.

Andere potentielle Gliederungsmerkmale (vgl. Kap. 5.2) erwiesen sich auf der bivariaten Ebene als nicht signifikant, so daß sie nicht zur Deskription herangezogen werden.

Der in der vorliegenden Studie ermittelte Wert der durchschnittlichen Nitratzufuhr von 67,9 mg/Tag steht in guter Übereinstimmung zu der von Kibler (1989) im Jahr 1987 durchgeführten Duplikatstudie. Er gab für das untersuchte Kollektiv eine mittlere Zufuhr von 70 mg/Tag (Median) an.

Er fand außerdem eine signifikante Differenz zwischen Männern und Frauen (Median 90,9 bzw. 63,2 mg/Tag). Er führte dies auf einen höheren Gemüsekonsum der Männer zurück. Dies deckt sich nicht mit dem Ergebnis dieser Studie. Im Gegenteil kann festgestellt werden, daß gerade Frauen einen höheren Gemüsekonsum in ihren 24h-Protokollen angaben. Auch im Rahmen der VERA-Studie ergab es sich, daß Frauen aller Altersklassen häufiger als Männer angaben, täglich Gemüse zu verzehren (Heseker et al. 1992).

Ellen et al. (1990) fanden auf der bivariaten Ebene in den Niederlanden bezogen auf den ermittelten Median einen im Vergleich zu dem Ergebnis der vorliegenden Studie höheren Wert für die Nitratzufuhr im Herbst (33 mg/Tag) im Vergleich zum Frühling (21 mg/Tag).

Kibler (1989) konnte keine Abhängigkeit von der Jahreszeit feststellen. In der vorliegenden Studie kann ein Einfluß der Jahreszeit festgestellt werden. Im Sommer liegt im Mittel mit 81,7 mg/Tag die höchste Zufuhr vor. Im Herbst beträgt die Zufuhr im Mittel 77,9 mg/Tag, im Winter 52,1 mg/Tag und im Frühjahr 69,3 µg/Tag. Wegen der Abhängigkeit der Probenahme von der Jahreszeit und der Region ist dieses Ergebnis jedoch nicht in die tabellarische Deskription aufgenommen worden und sollte nicht überinterpretiert werden. Es bestätigt sich zudem nicht bei multivariater Auswertung.

Tab. 6.8: Tägliche Nitratzufuhr (Ergebnis der Duplikatstudie)

	N	n<BG	mg/Tag						mg/(kgKG*Tag)					
			5	50	95	MAX	GM	sGM	5	50	95	MAX	GM	sGM
Gesamt	318	0	19	68	214	1110	67,9	2,1	0,3	0,9	3,0	16,3	0,94	2,21
Geschlecht														
Männer	137	0	18	71	198	277	68,1	2,1	0,2	0,9	2,6	4,3	0,85	2,18
Frauen	181	0	20	67	255	1110	67,7	2,2	0,3	0,9	3,9	16,3	1,00	2,23
Geschlecht x Alter														
Männer														
25-34 Jahre	39	0	13	54	180	277	58,9	2,3	0,1	0,8	2,6	4,3	0,75	2,48
35-49 Jahre	47	0	19	67	206	259	65,5	2,1	0,2	0,9	2,6	3,0	0,81	2,14
50-69 Jahre	51	0	33	81	213	260	79,0	1,9	0,4	1,0	3,0	3,5	0,98	1,96
Frauen														
25-34 Jahre	56	0	16	55	225	1110	58,4	2,2	0,3	0,8	4,1	16,3	0,89	2,30
35-49 Jahre	64	0	20	65	204	563	67,0	2,1	0,3	0,9	3,7	7,2	0,99	2,10
50-69 Jahre	61	0	27	79	276	540	78,6	2,1	0,3	1,1	4,3	8,1	1,14	2,28
Gemüseverzehr*†														
max. 200g	201	0	17	54	167	540	53,7	2,0	0,2	0,7	2,3	8,1	0,73	2,06
über 200 g	117	0	37	108	283	1110	101,5	2,0	0,4	1,5	4,6	16,3	1,41	2,10
Salatverzehr**														
nein	196	0	17	53	175	540	54,3	2,0	0,2	0,7	2,4	8,1	0,75	2,08
ja	122	0	28	104	271	1110	97,0	2,0	0,4	1,6	4,4	16,3	1,34	2,13

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze; 5, 50, 95 = Perzentile;

MAX = Maximalwert; GM = geometrisches Mittel; sGM = Standardabweichung des geometrischen Mittels;

KG = Körpergewicht; Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt;

* = Merkmal signif. (p<0,01) für mg/Tag; † = Merkmal signif. (p<0,01) für mg/(kgKG*Tag)

Quelle: UBA, WaBoLu, Umwelt-Survey 1990/91, Bundesrepublik Deutschland

Im Rahmen einer zusätzlichen Auswertung wurde für die vorliegende Studie eine multivariate Auswertung zu den Daten der Nitratzufuhr durchgeführt. Als Ergebnis dieser multivariaten Zusammenhangsanalyse für den Nitratgehalt in der zugeführten Nahrung (mg/(kgKG*Tag)) erhielt man das hypothesengeleitet gebildete Regressionsmodell mit den Einflußfaktoren „Gemüseverzehr in g“, „Salatverzehr in g“ und „zugeführte Nahrungsmenge pro kg Körpergewicht (mg/kg)“. Dabei wurde die Zielvariable log-transformiert, da für sie eine Lognormalverteilung angenommen werden kann (vgl. Kap. 5.2).

Mit den gefundenen Prädiktoren lassen sich 37 % der Varianz des Nitratgehaltes in der zugeführten Nahrung erklären. Dabei leistet die Variable „zugeführte Nahrungsmenge pro kg

Körpergewicht“ mit 13 % den größten Varianzbeitrag, die beiden anderen Prädiktoren erklären jeweils 12 % der Gesamtvarianz. Die Korrelation zwischen den unabhängigen Variablen „Gemüseverzehr in g“ und „Salatverzehr in g“ (vgl. Kap. 5.4) ist mit einem Korrelationskoeffizienten von 0,27 noch als unbedenklich anzusehen, so daß Multikollinearität ausgeschlossen werden kann (Neter 1989; Backhaus 1994).

Interessiert man sich nicht so sehr für die Menge der am Tag der Probenahme zugeführten Nahrung, sondern eher für die Zusammensetzung der Nahrung, so stellt der Nitratgehalt pro kg Lebensmittel (mg/kg) die Zielvariable der multiplen Regression dar. Bis auf die Variable „zugeführte Nahrungsmenge pro kg Körpergewicht (mg/kg)“, die wegen der Normierung auf die Nahrungsmenge erwartungsgemäß aus dem Regressionsmodell fällt, leisten die übrigen Prädiktoren aus dem Modell für den Nitratgehalt in der zugeführten Nahrung (mg/(kgKG*Tag)) auch hier einen signifikanten Beitrag zur Aufklärung der Gesamtvarianz. Dabei trägt der „Salatkonsum in g“ 13,8 % und der „Gemüsekonsum in g“ 10,6 % zur Varianzaufklärung von insgesamt 24,4 % bei.

Nitrit

Aus der Duplikatstudie ergibt sich eine mittlere Nitritzufuhr von **0,25 mg/Tag** bzw. **3,41 µg/(kgKG*Tag)**. Der Maximalwert beträgt 1,7 mg/Tag (27,9 µg/(kgKG*Tag)). 159 der 318 analysierten Meßwerte liegen unterhalb der Bestimmungsgrenze von 0,1 mg/kg und wurden in den Berechnungen als Wert der halben Bestimmungsgrenze berücksichtigt (Tab. 6.9).

Tab. 6.9: Tägliche Nitritzufuhr (Ergebnis der Duplikatstudie)

	N	n<BG	mg/Tag						µg/(kgKG*Tag)					
			5	50	95	MAX	GM	sGM	5	50	95	MAX	GM	sGM
Gesamt	318	159	0,1	0,2	0,9	1,7	0,25	2,07	1,3	2,9	12,2	27,9	3,41	2,06
Geschlecht														
Männer	137	66	0,1	0,3	0,9	1,6	0,27	1,99	1,4	2,8	10,6	19,3	3,44	1,99
Frauen	181	93	0,1	0,2	0,9	1,7	0,23	2,13	1,3	3,0	13,4	27,9	3,39	2,12
Geschlecht x Alter														
Männer														
25-34 Jahre	39	22	0,1	0,2	0,8	1,1	0,25	1,95	1,2	2,6	9,6	13,6	3,22	1,96
35-49 Jahre	47	21	0,1	0,3	0,9	1,1	0,30	2,09	1,5	3,8	12,1	13,9	3,77	2,07
50-69 Jahre	51	23	0,1	0,3	0,8	1,6	0,27	1,91	1,5	2,8	10,1	19,3	3,34	1,94
Frauen														
25-34 Jahre	56	29	0,1	0,2	0,6	1,4	0,20	1,91	1,2	2,8	10,4	19,2	3,03	1,92
35-49 Jahre	64	34	0,1	0,2	0,8	1,7	0,22	2,24	1,3	2,7	13,5	27,9	3,36	2,20
50-69 Jahre	61	30	0,1	0,2	1,1	1,5	0,27	2,16	1,4	3,3	14,7	17,1	3,78	2,20

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze; 5, 50, 95 = Perzentile;

MAX = Maximalwert; GM = geometrisches Mittel; sGM = Standardabweichung des geometrischen Mittels;

KG = Körpergewicht; Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt.

* = Merkmal signif. (p<0,01) für mg/Tag; * = Merkmal signif. (p<0,01) für µg/(kgKG*Tag)

Quelle: UBA, WaBoLu, Umwelt-Survey 1990/91, Bundesrepublik Deutschland

Männer und Frauen weisen keine unterschiedliche Nitritzufuhr mit der Nahrung auf. Auch ein Altersgang ist weder für Frauen noch für Männer vorhanden. Tendenziell nimmt die Nitritzufuhr jedoch bei den Frauen mit dem Alter zu.

Andere potentielle Gliederungsmerkmale (vgl. Kap. 5.2) erwiesen sich auf der bivariaten Ebene als nicht signifikant, so daß sie nicht zur Deskription herangezogen werden. Dies gilt auch für den Konsum von Fleisch und Fleischprodukten, obwohl gerade diesen Produkten bedeutsame Nitritkonzentrationen zugeordnet werden können (Weigert et al. 1986).

In der Bundesrepublik untersuchte z.B. Kibler (1989) die Nitritzufuhr stichprobenartig. Er fand eine maximale Zufuhr von 0,05 mg/Tag. In den Niederlanden lagen 1985 die Zufuhren bei allen untersuchten 56 Proben unterhalb einer Nachweisgrenze von 0,1 mg/Tag (Ellen et al. 1990).

Für **Nitrat** und **Nitrit** wurden von der FAO/WHO die ADI-Werte definiert (WHO 1980). Für Nitrat beträgt dieser Wert 3,65 mg/(kgKG*Tag) und für Nitrit 0,13 mg/(kgKG*Tag). Für die im Rahmen dieser Studie berücksichtigten Probanden ergibt sich eine mittlere Auslastung des ADI-Wertes durch die Nahrung von 26 % für Nitrat und 2,6 % für Nitrit. Bei Nitrat überschreiten 5 % der Werte den ADI-Wert. Alle Überschreitungen liegen in den Duplikaten von weiblichen Probanden vor. Den zugehörigen 24h-Protokollen läßt sich entnehmen, daß in diesen Fällen ein relativ hoher Gemüsekonsum (Kohlrabi, Rote Beete, Grüner Salat etc.) vorlag. Bei Nitrit kommen keine Überschreitungen vor.

Die Zentrale Erfassungs- und Bewertungsstelle für Umweltchemikalien (ZEBS) ermittelte bei Berechnung der täglichen Zufuhren von Nitrat aufgrund der Verzehrdaten der Nationalen Verzehrsstudie (NVS) und der Verwendung eigener Daten zu Nitrat-Gehalten, daß bei weniger als 1 % der erwachsenen Bevölkerung Belastungen, d.h. Überschreitungen des ADI-Wertes, vorkommen. Betroffen sind danach Personen mit hohem bis sehr hohem Blattgemüse- und Wurzelgemüseverzehr, insbesondere Rote Beete, Kopfsalat, Spinat und Rettich. Solche Belastungen sind nach Meinung der ZEBS über bestehende Regelungen (Höchstmengenverordnung) und administrative Maßnahmen kaum regulierbar, und es greifen eher die Informationen der Verbraucherkreise zu ausgewogenem und saisongerechten Gemüseverzehr (Sommerfeld 1995).

6.3.2 Vergleich der gemessenen Zufuhrraten (Duplikate) mit geschätzten Zufuhren (Diet History und 24h-Protokolle)

Die nachfolgende Tabelle 6.10 zeigt den Vergleich der mittleren Zufuhren für Nitrat und Nitrit, wie sie sich aus der Duplikatstudie ergeben, mit den geschätzten Zufuhren aus den ZEBS-Zuordnungen zur Diet History und zu den 24h-Protokollen (vgl. Kap. 4).

Für Nitrat lagen bei der ZEBS für eine relativ große Anzahl von Lebensmitteln und Lebensmittelgruppen Daten über den Gehalt vor, für Nitrit dagegen nur für eine sehr begrenzte Zahl. Entsprechend konnte die Zuordnung der Gehalte für Nitrat eindeutiger erfolgen.

Tab. 6.10: Vergleich der täglichen Nitrat- und Nitritzufuhr (Duplikatstudie, Diet History und Auswertung der 24h-Protokolle)

	Duplikatmethode			DH*			24h-Protokoll **		
	Median	MAX	GM	Median	MAX	GM	Median	MAX	GM
Nitrat (mg/Tag)	68,4	1110,0	67,9	73,3	2413,9	70,0	50,6	1146,6	50,1
Nitrit (mg/Tag)	0,21	1,70	0,25	3,58	15,0	3,35	2,44	8,87	2,41

Anmerkungen: Median = Median (50. Perzentil); MAX = Maximalwert; GM = geometrisches Mittel;
Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt;

*: Diet History-Daten in Kombination mit den ZEBS-Daten;

** : Daten der 24h-Protok. in Kombination mit den ZEBS-Daten

Quelle: UBA, WaBoLu, Umwelt-Survey 1990/91, Bundesrepublik Deutschland

Der Vergleich zwischen den geometrischen Mittelwerten der ermittelten und geschätzten Nitrataufnahme liefert eine recht gute Übereinstimmung. Für Nitrit hingegen fiel der Vergleich der Ergebnisse unbefriedigend aus. Durch die Zuordnung der ZEBS-Daten zu den Angaben in der Diet History und den 24h-Protokollen ergeben sich sehr viel höhere Zufuhren als durch die Duplikatstudie. Die Schätzung über die Daten der ZEBS führt also zu einer deutlichen Überschätzung der Nitritzufuhr.

Bereits in Kapitel 6.3.1 wurde im Rahmen des Vergleichs der Ergebnisse der Duplikatstudie auf eine von der ZEBS selbst durchgeführte Zuordnung ihrer Daten zu Nitratgehalten in Lebensmitteln zu den Verzehrdaten der NVS hingewiesen. Für diese Zuordnung ergaben sich vergleichbare Zufuhren an Nitrat wie in der im Rahmen dieser Studie durchgeführten Zuordnung (Sommerfeld 1995). Von der ZEBS wird für Männer eine durchschnittliche Zufuhr von 90,5 mg/Tag und für Frauen von 67,3 mg/Tag auf der Basis eines Warenkorbes berechnet (ZEBS 1994).

6.4 Mineralstoffe (Calcium, Kalium, Natrium, Magnesium) und weitere Spurenelemente (Aluminium, Eisen, Mangan, Nickel, Selen, Zink)

Im Rahmen der Duplikatstudie wurden die Mineralstoffe Calcium, Kalium, Natrium und Magnesium und die Spurenelemente Aluminium, Eisen, Mangan, Nickel, Selen und Zink untersucht. Im folgenden werden zunächst die Ergebnisse der Duplikatstudie vorgestellt und die sich ergebenden täglichen Zufuhren der Mineralstoffe und Spurenelemente mit Orientierungswerten verglichen. Die Diet History-Befragung liefert durch Zuordnung der erhobenen Daten zum Bundeslebensmittelschlüssel (BLS) direkt Schätzungen über die täglichen Zufuhren. Diese geschätzten Zufuhren werden dann mit dem Ergebnis der Duplikatstudie verglichen. In diesen Vergleich werden die über den BLS geschätzten Zufuhren, die sich aus der Auswertung der 24h-Protokolle ergeben, mit einbezogen.

6.4.1 Tägliche Zufuhren (Duplikate) und Vergleich mit Orientierungswerten

In den Tabellen 6.11 bis 6.19 werden die täglichen Zufuhren der Mineralstoffe und Spurenelemente, die sich aus den Analysen der Duplikate ergeben, beschrieben. Die Beschreibung erfolgt für das gesamte untersuchte Kollektiv für das Gliederungsmerkmal Geschlecht und für die Kombination aus den Gliederungsmerkmalen Lebensalter und Geschlecht.

Es werden zunächst die Mineralstoffe (Calcium, Kalium, Natrium, Magnesium) und dann die weiteren Spurenelemente (Aluminium, Eisen, Mangan, Nickel, Selen, Zink) behandelt.

Zur Bewertung der zugeführten Elemente werden die von der Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE) festgelegten Empfehlungs- bzw. Schätzwerte herangezogen. Vom Wissenschaftlichen Komitee für Nahrungsmittel der Europäischen Gemeinschaften (SCF/EC) wurden Orientierungswerte definiert. Diese stellen den durchschnittlichen Bedarf einer Bevölkerung (AR, average requirement), den Referenzwert für die tägliche Zufuhr (PRI, population reference intake) und den täglichen Mindestbedarf (LTI, lowest threshold intake; SCF 1993) dar. Sofern diese Werte von den Empfehlungen der DGE abweichen, werden sie im folgenden vergleichend herangezogen.

Calcium

Aus der Duplikatstudie ergibt sich eine mittlere Calciumzufuhr von **769 mg/Tag**. Der Maximalwert liegt bei 3490 mg/Tag, der Minimalwert bei 142 mg/Tag.

Tab. 6.11: Tägliche Calciumzufuhr (Ergebnis der Duplikatstudie)

	N	n<BG	mg/Tag						mg/(kgKG*Tag)					
			5	50	95	MAX	GM	sGM	5	50	95	MAX	GM	sGM
Gesamt	318	0	320	790	1820	3490	769	1,7	4	11	25	53	10,6	1,7
Geschlecht														
Männer	137	0	330	820	1950	3490	818	1,7	4	10	26	53	10,2	1,7
Frauen	181	0	300	760	1520	2890	734	1,7	4	11	24	38	10,9	1,7
Geschlecht x Alter														
Männer														
25-34 Jahre	39	0	410	910	2820	3490	945	1,8	5	11	35	53	12,1	1,8
35-49 Jahre	47	0	300	730	1710	2490	715	1,8	3	10	22	27	8,9	1,8
50-69 Jahre	51	0	360	820	1900	2780	830	1,6	5	10	26	32	10,3	1,6
Frauen														
25-34 Jahre	56	0	270	770	1400	1790	716	1,7	4	12	24	26	10,9	1,7
35-49 Jahre	64	0	290	710	1630	2040	686	1,7	4	11	23	38	10,2	1,8
50-69 Jahre	61	0	390	810	1520	2890	805	1,6	5	12	26	31	11,6	1,7

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze; 5, 50, 95 = Perzentile;
 MAX = Maximalwert; GM = geometrisches Mittel; sGM = Standardabweichung des geometrischen Mittels;
 KG = Körpergewicht; Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt;
 * = Merkmal signif. (p<0,01) für mg/Tag; * = Merkmal signif. (p<0,01) für mg/(kgKG*Tag)

Quelle: I/BA, WaBoI.u, Umwelt-Survey 1990/91, Bundesrepublik Deutschland

Männer nehmen tendenziell täglich mehr Calcium zu sich (Tab. 6.11). Dieser Effekt ist jedoch nicht statistisch signifikant (Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha=0,01$). Bei den Frauen ist die statistisch nicht signifikante Tendenz erkennbar, mit zunehmendem Lebensalter höhere Calciumaufnahmen aufzuweisen. In beiden Fällen ist der Effekt bei Bezug auf das individuelle Körpergewicht nicht mehr vorhanden.

Hahn et al. (1992) fanden bei eingeschränkter Berücksichtigung von vor allem alkoholischen Getränken in der Bundesrepublik eine Calciumaufnahme von 575 mg/Tag. Bei der Untersuchung einer ostdeutschen Population (Krämer und Anke 1992) ergab sich für Frauen eine Calciumzufuhr mit der Nahrung von 514 mg/Tag und für Männer eine Zufuhr von 654 mg/Tag. In internationalen Studien wurden ähnliche mittlere Calciumzufuhren gefunden (Parr et al. 1991, Blanus und Jorhem 1991).

Bei **Calcium** wird von der DGE (1991) eine tägliche Zufuhr von 900 mg/Tag für 25- bis 51jährige und für ältere Personen von 800 mg/Tag empfohlen. Diese Werte liegen etwas über dem geometrischen Mittel der Calciumzufuhr aller Probanden (769 mg/Tag). In der entsprechend der Altersvorgabe (25-51 Jahre) gebildeten Gruppe der 25- bis 51jährigen aus der vorliegenden Studie ($n=214$, $GM=745$ mg/Tag) weisen 38,3 % der Probanden eine Zufuhr über dem Empfehlungswert von 900 mg/Tag auf. In der Gruppe der über 50jährigen ($n=104$, $GM=820$ mg/Tag) wird in 52,9 % der Fälle der angegebene Wert von 800 mg/Tag überschritten.

Kalium

Aus der Duplikatstudie ergibt sich eine mittlere Kaliumzufuhr von **2785 mg/Tag**. Der Maximalwert liegt bei 7620 mg/Tag, der Minimalwert bei 465 mg/Tag (Tab. 6.12).

Tab. 6.12: Tägliche Kaliumzufuhr (Ergebnis der Duplikatstudie)

	mg/Tag								mg/(kgKG*Tag)					
	N	n<BG	5	50	95	MAX	GM	sGM	5	50	95	MAX	GM	sGM
Gesamt	318	0	1450	2890	4840	7620	2785	1,4	21	40	69	94	38,4	1,5
Geschlecht *														
Männer	137	0	1730	3180	5150	7620	3081	1,4	21	40	67	94	38,5	1,4
Frauen	181	0	1330	2670	4240	5250	2581	1,4	20	41	72	86	38,2	1,5
Geschlecht x Alter														
Männer														
25-34 Jahre	39	0	1580	3380	5250	7620	3191	1,4	17	43	73	94	40,9	1,5
35-49 Jahre	47	0	1600	2860	5000	5170	2876	1,4	18	37	59	78	35,6	1,4
50-69 Jahre	51	0	2370	3350	4870	5670	3194	1,3	23	40	65	69	39,6	1,3
Frauen														
25-34 Jahre	56	0	1350	2440	4470	5190	2485	1,4	21	39	76	82	37,8	1,5
35-49 Jahre	64	0	1290	2660	4310	5250	2492	1,5	16	41	73	86	36,9	1,6
50-69 Jahre	61	0	1590	2900	3970	4220	2774	1,4	21	42	66	79	40,2	1,4

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze; 5, 50, 95 = Perzentile;
 MAX = Maximalwert; GM = geometrisches Mittel; sGM = Standardabweichung des geometrischen Mittels;
 KG = Körpergewicht; Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt;
 * = Merkmal signif. ($p<0,01$) für mg/Tag; * = Merkmal signif. ($p<0,01$) für mg/(kgKG*Tag)

Quelle: UBA, WaBoLu, Umwelt-Survey 1990/91, Bundesrepublik Deutschland

Die Männer nehmen mit 3081 mg/Tag signifikant mehr Kalium mit der Nahrung zu sich als die Frauen mit 2581 mg/Tag. Bei Bezug auf das Körpergewicht ist dieser Unterschied aber nicht mehr vorhanden. Ein Zusammenhang zwischen der Kaliumaufnahme und dem Lebensalter liegt weder für die Frauen noch für die Männer vor.

Hahn et al. (1992) fanden in den neuen Bundesländern eine vergleichbare Kaliumaufnahme von 2360 mg/Tag, wobei allerdings Getränke nur eingeschränkt berücksichtigt wurden. In der internationalen, von der IAEA koordinierten Studie wurden mittlere Kaliumaufnahmen von 2400 bis 4000 mg/Tag ermittelt, wobei relativ hohe Zufuhren in Spanien und dem Iran ermittelt wurden (Parr et al. 1991).

Für **Kalium** wurde von der DGE (1991) für Jugendliche über 15 Jahren und Erwachsene ein geschätzter täglicher Mindestbedarf von 2000 mg/Tag festgelegt. Diese Mindestbedarfsmenge wird bei Kalium von 86,2 % der Probanden erreicht.

Natrium

Aus der Duplikatstudie ergibt sich eine mittlere Natriumzufuhr von **3041 mg/Tag**. Der Maximalwert liegt bei 8750 mg/Tag, der Minimalwert bei 790 mg/Tag. Die Männer weisen mit 3626 mg/Tag eine gegenüber den Frauen mit 2662 mg/Tag signifikant höhere mittlere tägliche Zufuhr von Natrium mit der Nahrung auf (Tab. 6.13).

Tab. 6.13: Tägliche Natriumzufuhr (Ergebnis der Duplikatstudie)

	N	n<BG	mg/Tag						mg/(kgKG*Tag)					
			5	50	95	MAX	GM	sGM	5	50	95	MAX	GM	sGM
Gesamt	318	0	1430	3120	5690	8750	3041	1,5	18	43	77	129	41,9	1,5
Geschlecht * *														
Männer	137	0	1720	3880	6330	8290	3626	1,5	20	47	82	124	45,4	1,5
Frauen	181	0	1360	2740	4500	8750	2662	1,5	18	41	72	129	39,4	1,5
Geschlecht x Alter														
Männer														
25-34 Jahre	39	0	1470	4280	7020	8290	3917	1,5	19	50	108	124	50,1	1,6
35-49 Jahre	47	0	1670	3550	6000	7910	3351	1,5	20	41	77	83	41,5	1,5
50-69 Jahre	51	0	1820	3850	6320	8160	3681	1,4	26	46	73	87	45,6	1,4
Frauen														
25-34 Jahre	56	0	1290	2490	4290	4510	2551	1,5	19	39	71	74	38,8	1,5
35-49 Jahre	64	0	1330	2800	4830	8750	2708	1,6	16	40	77	129	40,1	1,6
50-69 Jahre	61	0	1400	2750	5060	7290	2716	1,5	18	43	64	114	39,3	1,5

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze; 5, 50, 95 = Perzentile;
 MAX = Maximalwert; GM = geometrisches Mittel; sGM = Standardabweichung des geometrischen Mittels;
 KG = Körpergewicht; Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt;
 * = Merkmal signif. (p<0,01) für mg/Tag; * = Merkmal signif. (p<0,01) für mg/(kgKG*Tag)

Quelle: UfBA, WaBoLu, Umwelt-Survey 1990/91, Bundesrepublik Deutschland

Dieser Effekt bleibt auch bei Bezug auf das Körpergewicht bestehen, d.h. daß sich die Nahrungszusammensetzung in Bezug auf natriumhaltige Bestandteile zwischen Männern und Frauen unterscheiden dürfte.

Anke et al. (1994a) fanden bei der Untersuchung ostdeutscher Populationen erheblich höhere Werte als in der vorliegenden Studie und stellten eine unterschiedliche Zufuhr für Männer und Frauen (2502 mg/Tag für Frauen und 3225 mg/Tag für Männer) fest. Hahn et al. (1992) konnten bei Vergleich von Kantinen- und Individualernährung eine signifikant höhere Natriumaufnahme bei Kantinenernährung aufzeigen (6040 mg/Tag gegenüber 3785 mg/Tag). In der internationalen, von der IAEA koordinierten Studie wurden mittlere Natriumaufnahmen von 2850 bis 6900 mg/Tag ermittelt, wobei sich der höchste Wert aus der Türkei deutlich von den anderen abhob (Parr et al. 1991).

Bei **Natrium** zeigt sich in der vorliegenden Studie ein Minimalwert von 790 mg/Tag, so daß der Schätzwert der DGE (1991) über den täglichen Mindestbedarf von 550 mg/Tag deutlich überschritten ist. Der Richtwert der DGE für eine maximale Kochsalzzufuhr von 10 g/Tag (entsprechend 3900 mg Na/Tag) wird aber von keinem Probanden erreicht.

Magnesium

Aus der Duplikatstudie ergibt sich eine mittlere Magnesiumzufuhr von **294 mg/Tag**. Der Maximalwert liegt bei 3780 mg/Tag, der Minimalwert bei 90 mg/Tag.

Tab. 6.14: Tägliche Magnesiumzufuhr (Ergebnis der Duplikatstudie)

	N	n<BG	mg/Tag						mg/(kgKG*Tag)					
			5	50	95	MAX	GM	sGM	5	50	95	MAX	GM	sGM
Gesamt	318	0	150	300	540	3780	294	1,5	2,0	4,0	7,9	74,1	4,04	1,54
Geschlecht *														
Männer	137	0	200	320	540	820	320	1,4	2,3	3,9	7,2	10,0	4,00	1,43
Frauen	181	0	140	270	490	3780	275	1,5	1,9	4,0	8,5	74,1	4,08	1,62
Geschlecht x Alter														
Männer														
25-34 Jahre	39	0	200	340	610	820	333	1,4	2,5	4,2	7,5	10,0	4,27	1,47
35-49 Jahre	47	0	180	310	560	660	307	1,5	2,0	3,9	8,2	10,0	3,80	1,49
50-69 Jahre	51	0	220	330	510	580	322	1,4	2,5	3,9	5,9	8,1	3,99	1,33
Frauen														
25-34 Jahre	56	0	140	260	480	3780	262	1,7	2,0	4,0	7,8	74,1	3,99	1,79
35-49 Jahre	64	0	140	270	510	1170	273	1,5	1,6	4,0	8,7	17,7	4,05	1,57
50-69 Jahre	61	0	180	290	530	840	289	1,4	2,1	4,0	8,9	11,2	4,19	1,51

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze; 5, 50, 95 = Perzentile;
 MAX = Maximalwert; GM = geometrisches Mittel; sGM = Standardabweichung des geometrischen Mittels;
 KG = Körpergewicht; Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt;
 * = Merkmal signif. (p<0,01) für mg/Tag; † = Merkmal signif. (p<0,01) für mg/(kgKG*Tag)

Quelle: UBA, WaBoLu, Umwelt-Survey 1990/91, Bundesrepublik Deutschland

Die tägliche Zufuhr von Magnesium mit der Nahrung ist für Männer mit 320 mg/Tag höher als die für Frauen mit 275 mg/Tag (Tab. 6.14). Bei Bezug auf das Körpergewicht ist dieser Effekt nicht mehr vorhanden.

Im Vergleich zu den Werten aus den neuen Bundesländern von Gleit et al. (1993), die eine Zufuhr von 259 mg/Tag für Männer und 211 mg/Tag für Frauen feststellten, liegen die Daten dieses Surveys eher etwas höher. Dort konnte ebenfalls eine Abhängigkeit vom Geschlecht beschrieben werden. Man führte dies auf die höhere konsumierte Gesamtmenge der Männer zurück, ohne jedoch anzugeben, ob diese Abhängigkeit auch bei Bezug auf das Körpergewicht zu beobachten war. Auch ein Zusammenhang mit der Region konnte festgestellt werden, wobei als Erklärung geologische Gegebenheiten herangezogen wurden. Hahn et al. (1992) fanden eine Magnesiumaufnahme von 231 mg/Tag, wobei allerdings nicht alle Getränke berücksichtigt wurden. In der internationalen, von der IAEA koordinierten Studie wurden mittlere Magnesiumaufnahmen von 193 mg/Tag bis 420 mg/Tag mit hoher Schwankungsbreite der Daten ermittelt (Parr et al. 1991).

Für **Magnesium** beträgt die empfohlene Zufuhr für Erwachsene über 25 Jahre gemäß der DGE (1991) bei Männern 350 mg/Tag und bei Frauen 300 mg/Tag. Die im Rahmen dieser Studie ermittelten Zufuhren sind mit 320 mg/Tag bei den Männern bzw. 275 mg/Tag bei den Frauen im Mittel vergleichsweise geringer. In beiden Gruppen wird der empfohlene Wert von 38 % der Personen erreicht bzw. überschritten.

Aluminium

Nur 21 der 318 analysierten Duplikate weisen einen Aluminiumgehalt oberhalb der Bestimmungsgrenze von 3 mg/kg auf. Bezogen auf die individuelle tägliche Nahrungsmittelzufuhr ergibt sich für diese 21 Probanden eine mittlere Aluminiumzufuhr von 10,9 mg/Tag, der Maximalwert beträgt 81 mg/Tag (Tab. 6.15). Für die nicht nachweisbaren Gehalte ergibt sich im Rahmen einer worst case-Abschätzung durch Multiplikation der Bestimmungsgrenze mit der maximal konsumierten Menge in der Gruppe mit nicht nachweisbaren Gehalten ein maximaler Wert von 18,2 mg/Tag. Nur 4 der 21 Duplikate mit nachweisbaren Gehalten liegen über diesem Wert.

Tab. 6.15: Tägliche Aluminiumzufuhr (Ergebnis der Duplikatstudie)

	N	n<BG	mg/Tag			µg/(kgKG*Tag)		
			GM_all	GM_bg	MAX	GM_all	GM_bg	MAX
Gesamt	318	297	4,3	10,9	81	59	144	1310

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Anzahl Werte unter der Bestimmungsgrenze BG;
 GM_all = geometr. Mittel für gesamte Stichprobe; GM_bg = geometr. Mittel für Werte über der BG;
 KG = Körpergewicht; MAX = Maximalwert; Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt

Quelle: UBA, WaBoLu, Umwelt-Survey 1990/91, Bundesrepublik Deutschland

Setzt man für das Gesamtkollektiv die nicht nachweisbaren Gehalte mit der halben Bestimmungsgrenze an, so ergibt sich unter Berücksichtigung des täglichen Gesamtverzehrs eine mittlere Aluminiumzufuhr von **4,3 mg/Tag** (vgl. Tab 6.15).

Wegen der hohen Anzahl von Werten unterhalb der Bestimmungsgrenze ist ein Vergleich mit Literaturdaten erschwert. Der festgestellte Wert der mittleren Aluminiumaufnahme von 4,3 mg/Tag läßt sich aber relativ gut mit den Ergebnissen von Zimmerli und Bosshard (1989) aus der Schweiz mit 3,9 mg/Tag (ΔM) vergleichen.

Andererseits fanden Wilhelm et al. (1995b) bei ihrer Studie an 5- bis 8jährigen Kindern in NRW eine sehr viel geringere Aluminiumaufnahme von im geometrischen Mittel 0,65 mg/Tag. Allerdings weisen sie daraufhin, daß in den Haushalten kein aluminiumhaltiges Kochgeschirr verwendet und keine sauren Lebensmittel in Aluminiumfolie gelagert wurden. Setzt man nun in der vorliegenden Studie alle Werte, die kleiner als die Bestimmungsgrenze sind, statt mit dem Wert der halben Bestimmungsgrenze mit „0“ an, so ergibt sich ein geometrischer Mittelwert von 0,92 mg/Tag. Vielleicht führt also die Berücksichtigung der halben Bestimmungsgrenze zu einer Überschätzung der mittleren Zufuhr.

In Schweden wurde für die Zufuhr von Aluminium ein höheres arithmetisches Mittel als in dieser Studie von 13 mg/Tag bestimmt, wobei allerdings ein spezielles, typisch schwedisches Nahrungsmittel, nämlich ein Schokoladen-/Pfefferminzkuchen mit Natrium-Aluminiumphosphat im Backpulver, als Ursache für die relativ hohe Zufuhr identifiziert werden konnte (Jorhem und Haegglund 1992).

In den Niederlanden wurde eine mittlere Zufuhr mit der Nahrung von 3,1 mg/Tag bestimmt (Ellen et al. 1990). In der internationalen, von der IAEA koordinierten Studie wurden mittlere Aluminiumaufnahmen von 3,3 bis 26 mg/Tag ermittelt (Parr et al. 1991).

Von der FAO/WHO wurde für **Aluminium** ein **PTWI-Wert** von 7 mg/(kgKG*Woche) definiert (WHO 1989). Dieser Wert wird bezogen auf den geometrischen Mittelwert von 0,41 mg/Woche in der vorliegenden Studie zu 5,9 % ausgelastet. Nur der mit Abstand höchste Wert der mittleren Zufuhr überschreitet mit 9,17 mg/(kgKG*Woche) den PTWI-Wert. Alle anderen nachweisbaren Gehalte liegen im Bereich einer maximal 35 %igen Auslastung.

Pflanzliche Nahrung enthält im allgemeinen höhere Aluminiumkonzentrationen als solche tierischer Herkunft, wobei einzelne Pflanzen, nämlich Schwarzteeblätter, Kräuter, Gewürze und Pilze, besonders hohe Gehalte aufweisen (Zimmerli et al. 1989). Zusätzlich sind in diesem Zusammenhang aluminiumhaltige Lebensmittelzusatzstoffe, Verpackungen und Kochutensilien zu nennen. Eine bis zu 20fache Zunahme der Aluminiumkonzentration kann bei stark sauren Speisen und bei Dosenbier vorkommen (Candrian 1985). Der Proband, für dessen Duplikat der PTWI-Wert überschritten wurde, gab in seinem 24h-Protokoll an, u.a. Mandarinen aus der Dose verzehrt zu haben. Möglicherweise ist dies die Ursache für die beobachtete Überschreitung.

Eisen

Aus der Duplikatstudie ergibt sich eine mittlere tägliche Eisenzufuhr von **8,16 mg/Tag**. Die Spannweite der Werte reicht von 2,1 mg/Tag bis zu 60 mg/Tag. Kein Wert liegt unterhalb der Bestimmungsgrenze von 0,5 mg/kg (Tab. 6.16).

Die Männer weisen mit 9,54 mg/Tag eine höhere Eisenaufnahme auf als die Frauen mit 7,24 mg/Tag (Tab. 6.16). Dieser Unterschied ist tendenziell auch bei Bezug auf das individuelle Körpergewicht vorhanden, so daß davon auszugehen ist, daß sich die Zusammensetzung der Nahrung bezüglich eisenhaltiger Lebensmittel bei den Männern und den Frauen unterscheiden könnte.

Tab. 6.16: Tägliche Eisenzufuhr (Ergebnis der Duplikatstudie)

	N	n<BG	mg/Tag						µg/(kgKG*Tag)					
			5	50	95	MAX	GM	sGM	5	50	95	MAX	GM	sGM
Gesamt	318	0	4,0	7,9	20,3	60,0	8,16	1,62	51	112	268	909	112,4	1,6
Geschlecht *														
Männer	137	0	5,0	9,1	24,3	60,0	9,54	1,66	56	114	285	909	119,5	1,7
Frauen	181	0	3,7	7,2	14,0	31,0	7,24	1,53	44	109	224	534	107,3	1,6
Geschlecht x Alter														
Männer														
25-34 Jahre	39	0	4,3	9,9	38,1	60,0	10,28	1,81	55	130	448	909	131,6	1,9
35-49 Jahre	47	0	4,8	8,5	19,7	44,0	8,85	1,61	51	106	268	506	109,6	1,6
50-69 Jahre	51	0	5,8	8,9	24,9	29,0	9,69	1,57	61	114	287	372	119,9	1,6
Frauen														
25-34 Jahre	56	0	3,8	7,3	14,1	21,0	7,03	1,53	42	112	216	237	106,8	1,6
35-49 Jahre	64	0	3,4	6,9	15,5	24,0	7,16	1,56	42	105	246	358	106,1	1,6
50-69 Jahre	61	0	4,1	7,3	14,9	31,0	7,55	1,51	54	112	241	534	109,2	1,6

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze; 5, 50, 95 = Perzentile; MAX = Maximalwert; GM = geometrisches Mittel; sGM = Standardabweichung des geometrischen Mittels; KG = Körpergewicht; Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt; * = Merkmal signif. (p<0,01) für mg/Tag; * = Merkmal signif. (p<0,01) für mg/(kgKG*Tag)

Quelle: UBA, WaBoLu, Umwelt-Survey 1990/91, Bundesrepublik Deutschland

Illing et al. (1993) ermittelte an einem ostdeutschen Kollektiv eine etwas höhere mittlere Eisenaufnahme für Frauen von 9,4 mg/Tag und für Männer von 12 mg/Tag, allerdings angegeben als arithmetisches Mittel.

Die Werte für die Eisenaufnahme schwanken international relativ stark. In einer von der IAEA koordinierten Studie wurden in verschiedenen Ländern mittlere Eisenaufnahmen von 8,3 bis 30 mg/Tag ermittelt (Parr et al. 1991). Blanusa und Jorhem (1991) fanden in Stockholm eine mittlere Zufuhr von Eisen mit der Nahrung von 16,9 mg/Tag bzw. in Zagreb einen Wert von 6,3 mg/Tag. Weitere Daten aus anderen Studien finden sich in der Tabelle 10.2 im Anhang.

Die DGE (1991) legte für **Eisen** einen Empfehlungswert von 10 mg/Tag für Männer und 15 mg/Tag für menstruierende Frauen fest. Gemäß des PRI-Wertes (Population Reference Intake) des Ausschusses für Lebensmittel der EG (SCF 1993) ist eine Zufuhr von 9 bzw. 16 mg/Tag angemessen. Die männlichen Probanden dieser Studie erreichen demnach bezogen auf den geometrischen Mittelwert mit 9,54 mg/Tag diesen Wert, die Frauen mit 7,24 mg/Tag jedoch nicht.

Der I.TI-Wert (Lowest Threshold Intake) von 5 mg/Tag für Männer bzw. 7,4 mg/Tag für Frauen, definiert als Wert unterhalb dem nahezu alle Personen nicht in der Lage sind, einen unveränderten Stoffwechsel aufrecht zu erhalten, wird von 5,1 % der Männer und 52,5 % der Frauen nicht erreicht.

Mangan

Aus der Duplikatstudie ergibt sich eine mittlere tägliche Manganzufuhr von **3,45 mg/Tag**. Der Wertebereich liegt zwischen 0,1 mg/Tag und 18 mg/Tag (Tab. 6.17). Kein Wert liegt unterhalb der Bestimmungsgrenze von 0,05 mg/kg.

Männer weisen mit 3,95 mg/Tag eine signifikant höhere mittlere Manganaufnahme auf als die Frauen mit 3,11 mg/Tag. Bei Bezug auf das individuelle Körpergewicht läßt sich diese Tendenz wiederfinden, so daß anzunehmen ist, daß sich die Zusammensetzung der Nahrung in bezug auf manganhaltige Nahrungsmittel zwischen Männern und Frauen unterscheiden könnte.

Tab. 6.17: Tägliche Manganzufuhr (Ergebnis der Duplikatstudie)

	mg/Tag								µg/(kgKG*Tag)					
	N	n<BG	5	50	95	MAX	GM	sGM	5	50	95	MAX	GM	sGM
Gesamt	318	0	1,6	3,5	7,3	18,0	3,45	1,67	21	48	106	220	47,5	1,7
Geschlecht *														
Männer	137	0	2,1	3,9	7,5	18,0	3,95	1,60	26	48	103	220	49,4	1,6
Frauen	181	0	1,3	3,2	7,2	10,0	3,11	1,69	20	46	114	164	46,1	1,8
Geschlecht x Alter														
Männer														
25-34 Jahre	39	0	2,4	3,6	8,1	18,0	3,97	1,64	29	50	111	220	50,8	1,7
35-49 Jahre	47	0	1,9	3,9	7,2	11,0	3,74	1,59	23	47	99	164	46,4	1,6
50-69 Jahre	51	0	2,2	4,3	7,6	10,0	4,13	1,57	26	52	104	128	51,2	1,5
Frauen														
25-34 Jahre	56	0	1,0	2,9	6,3	9,0	2,91	1,69	14	45	108	164	44,3	1,8
35-49 Jahre	64	0	1,5	3,3	7,8	10,0	3,10	1,85	19	45	123	161	45,9	1,9
50-69 Jahre	61	0	1,7	3,4	6,7	8,0	3,32	1,50	21	51	112	127	48,1	1,6

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze; 5, 50, 95 = Perzentile;
 MAX = Maximalwert; GM = geometrisches Mittel; sGM = Standardabweichung des geometrischen Mittels;
 KG = Körpergewicht; Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt;
 * = Merkmal signif. (p<0,01) für mg/Tag; * = Merkmal signif. (p<0,01) für mg/(kgKG*Tag)

Quelle: UBA, WaBoLu, Umwelt-Survey 1990/91, Bundesrepublik Deutschland

Bei den Frauen zeigt sich eine Tendenz zu einer höheren Zufuhr mit zunehmendem Alter.

Der in dieser Studie festgestellte Wert der täglichen Manganzufuhr mit der Nahrung von 3,45 mg/Tag lässt sich mit dem von Anke et al. (1991) für ostdeutsche Kollektive ermittelten recht gut vereinbaren (2,0 bis 3,8 mg/Tag). Auch sie fanden für Männer eine höhere Manganzufuhr als für Frauen. Ein ähnlicher Wert wurde auch von Blanusa und Jorhem (1991) für ein schwedisches Kollektiv (Stockholm) ermittelt. Robberecht et al. (1994) in Belgien und Ellen et al. (1990) in den Niederlanden gaben ebenfalls ähnliche Werte an (Anhang Tab. 10.2). In der internationalen, von der IAEA koordinierten Studie wurden mittlere Mangan aufnahmen von 2,6 bis 8,6 mg/Tag festgestellt, mit relativ hohen Werten in der Türkei und dem Iran (Parr et al. 1991). Weitere Daten zum Literaturvergleich finden sich in Tab. 10.2 im Anhang.

Der ermittelte Wert der mittleren täglichen Zufuhr von **Mangan** von 3,45 mg/Tag liegt innerhalb des Bereiches von 2,0 bis 5,0 mg/Tag, der von der DGE (1991) als angemessen eingeschätzt wird.

Nickel

Aus der Duplikatstudie ergibt sich eine mittlere tägliche Nickelzufuhr mit der Nahrung von **0,082 mg/Tag**. Der Maximalwert beträgt 0,74 mg/Tag. 23 der 318 analysierten Duplikate wiesen nicht nachweisbare Gehalte auf und wurden mit dem Wert der halben Bestimmungsgrenze von 0,002 mg/kg berücksichtigt (Tab. 6.18).

Tab. 6.18: Tägliche Nickelzufuhr (Ergebnis der Duplikatstudie)

	N	n<BG	mg/Tag						µg/(kgKG*Tag)					
			5	50	95	MAX	GM	sGM	5	50	95	MAX	GM	sGM
Gesamt	318	23	0,004	0,100	0,252	0,740	0,082	2,97	0,05	1,40	3,41	11,21	1,13	3,00
Geschlecht														
Männer	137	14	0,003	0,110	0,268	0,740	0,081	3,47	0,04	1,39	3,35	11,21	1,02	3,36
Frauen	181	9	0,005	0,093	0,244	0,490	0,082	2,61	0,07	1,40	3,50	6,55	1,22	2,71
Geschlecht x Alter														
Männer														
25-34 Jahre	39	4	0,003	0,126	0,265	0,290	0,090	3,45	0,04	1,72	3,29	3,77	1,15	3,43
35-49 Jahre	47	7	0,002	0,090	0,352	0,740	0,064	4,19	0,03	1,11	3,74	11,21	0,79	4,15
50-69 Jahre	51	3	0,007	0,110	0,230	0,360	0,094	2,80	0,07	1,36	3,26	4,14	1,17	2,56
Frauen														
25-34 Jahre	56	6	0,002	0,088	0,188	0,490	0,068	3,40	0,03	1,33	3,40	4,26	1,04	3,51
35-49 Jahre	64	2	0,019	0,096	0,232	0,380	0,083	2,27	0,27	1,38	3,61	6,55	1,23	2,42
50-69 Jahre	61	1	0,032	0,108	0,250	0,410	0,097	2,22	0,38	1,52	3,50	4,56	1,40	2,27

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze; 5, 50, 95 = Perzentile;
 MAX = Maximalwert; GM = geometrisches Mittel; sGM = Standardabweichung des geometrischen Mittels;
 KG = Körpergewicht; Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt;
 * = Merkmal signif. (p<0,01) für mg/Tag; * = Merkmal signif. (p<0,01) für µg/(kgKG*Tag)

Quelle: UBA, WaBoLu, Umwelt-Survey 1990/91, Bundesrepublik Deutschland

Bezogen auf das individuelle Körpergewicht nehmen Frauen tendenziell mehr Nickel mit der Nahrung zu sich als Männer, und es läßt sich für die Frauen eine Tendenz zu einer mit dem Lebensalter zunehmenden Nickelzufuhr feststellen.

Bei Anke et al. (1991) hatten Männer eine höhere Nickelaufnahme als Frauen. Diese ging jedoch auch mit einer höheren täglichen Gesamtverzehrsmenge einher (Anhang Tab. 10.2).

Für die Zufuhr von **Nickel** mit der Nahrung liegen keine Orientierungswerte vor.

Selen

Bei einer Bestimmungsgrenze von 0,05 mg/kg weisen nur drei der analysierten 318 Duplikate einen analytisch nachweisbaren Selengehalt auf. Im Rahmen einer worst case-Betrachtung ergibt sich bei Multiplikation der Bestimmungsgrenze mit der maximalen individuellen Gesamtverzehrsmenge der Probanden ohne nachweisbare Selengehalte ein maximaler Wert von 0,30 mg/Tag. In keiner Probe wird dieser Wert erreicht.

Weltweit schwanken die Angaben zur Zufuhr von Selen mit der Nahrung sehr stark. In Regionen Chinas wurde bei bekanntem Selenmangel von täglichen Zufuhren von 7 µg/Tag berichtet (Levander 1987). In den USA wird der RDA-Wert (recommended dietary allowance) von 1989 von 55 µg/Tag für Frauen und 70 µg/Tag für Männer normalerweise erreicht (Levander 1991). Die in dieser Studie ermittelten Daten lassen leider aufgrund der hohen Bestimmungsgrenze keine genauere Analyse und Vergleich mit Literaturdaten zu.

Vor dem Hintergrund, daß die Bundesrepublik als ein Gebiet mit vergleichsweise geringer Selenaufnahme gilt, ist dies sehr bedauerlich. Oster und Prellwitz (1988) ermittelten z.B. anhand einer Warenkorbstudie für die Bundesrepublik eine Selenzufuhr von 47 µg/Tag für Männer und 38 µg/Tag für Frauen.

Pfannhauser (1994) ermittelte für Österreich eine mittlere Zufuhr von 35,5 µg/Tag und vermutet, daß in einigen Regionen, vor allem in Mitteleuropa, ein latenter Selenmangel bestehen könnte.

In der internationalen, von der IAEA koordinierten Studie wurden mittlere Selenzufuhren mit hoher Schwankungsbreite der Daten ermittelt, mit relativ hohen Raten aus Japan und den USA (Parr et al. 1991).

Ein Vergleich der Ergebnisse zur Zufuhr von **Selen** mit Orientierungswerten ist aufgrund der wenigen realen Meßwerte nicht möglich. Die DGE (1991) hält nach dem derzeitigen Wissensstand eine Zufuhr von 20-100 µg/Tag für angemessen.

Zink

Aus der Duplikatstudie ergibt sich eine mittlere tägliche Zinkzufuhr mit der Nahrung von **8,97 mg/Tag**. Der Minimalwert betrug 1,6 mg/Tag, der Maximalwert 32 mg/Tag (Tab. 6.19). Kein Wert liegt unterhalb der Bestimmungsgrenze von 0,005 mg/kg.

Tab. 6.19: Tägliche Zinkzufuhr (Ergebnis der Duplikatstudie)

	mg/Tag								µg/(kgKG*Tag)					
	N	n<BG	5	50	95	MAX	GM	sGM	5	50	95	MAX	GM	sGM
Gesamt	318	0	4,2	9,3	18,0	32,0	8,97	1,53	53	128	243	395	123,5	1,6
Geschlecht *														
Männer	137	0	5,4	10,3	19,7	32,0	10,29	1,50	58	133	250	395	128,6	1,6
Frauen	181	0	3,8	8,3	15,0	25,0	8,08	1,52	47	123	238	368	119,8	1,6
Geschlecht x Alter														
Männer														
25-34 Jahre	39	0	5,4	11,8	27,1	32,0	11,45	1,54	60	148	335	395	146,6	1,6
35-49 Jahre	47	0	5,3	9,7	15,8	20,0	9,25	1,42	56	124	203	239	114,7	1,5
50-69 Jahre	51	0	6,1	10,4	19,8	25,0	10,44	1,50	74	130	245	333	129,4	1,6
Frauen														
25-34 Jahre	56	0	4,9	8,1	14,0	18,0	8,04	1,47	57	125	208	327	122,2	1,5
35-49 Jahre	64	0	3,5	8,3	16,9	25,0	8,04	1,52	45	121	247	368	119,1	1,6
50-69 Jahre	61	0	3,8	8,5	15,9	24,0	8,17	1,57	52	127	235	273	118,3	1,6

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze; 5, 50, 95 - Perzentile;
 MAX = Maximalwert; GM = geometrisches Mittel; sGM = Standardabweichung des geometrischen Mittels;
 KG = Körpergewicht; Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt;
 * = Merkmal signif. (p<0,01) für mg/Tag; † = Merkmal signif. (p<0,01) für µg/(kgKG*Tag)

Quelle: UBA, WaBoLu, Umwelt-Survey 1990/91, Bundesrepublik Deutschland

Für Männer ergibt sich mit 10,29 mg/Tag eine im Vergleich zu den Frauen mit 8,08 mg/Tag signifikant höhere Zinkzufuhr. Dieser Unterschied ist tendenziell auch bei Bezug auf das individuelle Körpergewicht vorhanden, d.h., daß sich die Nahrungszusammensetzung in bezug auf zinkreiche Lebensmittel zwischen Männern und Frauen unterscheiden könnte.

Anke et al. (1991) geben einen Bereich von 6,7 bis 11 mg/Tag für die tägliche Zufuhr von Zink an, also einen vergleichbaren Wertebereich wie in der vorliegenden Studie. Dabei konnten sie für Männer eine um 29 % höhere Zufuhr als für Frauen feststellen und führten dies auf den höheren Gesamtverzehr der Männer zurück (Tab. 10.2 im Anhang). Andere Autoren bestätigen für Europa ebenfalls Zufuhren in dieser Größenordnung. In der internationalen, von der IAEA koordinierten Studie wurden mittlere Zinkaufnahmen mit relativ geringer Schwankungsbreite (von 8,25 bis 14,3 mg/Tag) ermittelt (Parr et al. 1991).

Die im Rahmen dieser Studie ermittelte mittlere Zinkaufnahme von 8,97 mg/Tag (10,29 mg/Tag für Männer und 8,08 mg/Tag für Frauen) ist deutlich niedriger als die von der DGE (1991) empfohlenen Werte für **Zink** von 15 mg/Tag für Männer und 12 mg/Tag für Frauen.

Der von der EG vorgeschlagene PRI-Wert von 9,5 mg/Tag für Männer bzw. 7 mg/Tag für Frauen (SCF 1993) wird dagegen erreicht. Die Ergebnisse der Studie liegen in dem Bereich der letztgenannten Werte, die auch von der DGE inzwischen als besser begründet angesehen werden (DGE 1995).

6.4.2 Geschätzte tägliche Zufuhren (Diet History, 24h-Protokolle)

Die Angaben der Probanden in der Diet History-Befragung wurden über das Diet History-Computerprogramm durch Zuordnung zum Bundeslebensmittelschlüssel (BLS) hinsichtlich der Nährstoffaufnahmen ausgewertet. Der BLS liefert Daten für die Mineralstoffe Natrium, Kalium, Calcium und Magnesium und die Spurenelemente Eisen, Zink, Kupfer und Mangan (vgl. Kap. 4). In gleicher Weise konnten nach manueller Vercodung die Angaben der 24h-Protokolle ausgewertet werden. In der nachfolgenden Tabelle 6.20 sind die Ergebnisse für die über die Diet History geschätzten Zufuhren zusammengestellt.

Tab. 6.20: Geschätzte tägliche Zufuhr von Mineralstoffen und Spurenelementen (Diet History)

	mg/Tag						
	N	5	50	95	MAX	GM	sGM
Kalium	318	2000	3480	5730	9230	3422	1,39
Natrium	318	1690	3110	5670	27200	3137	1,47
Calcium	318	440	860	1850	3720	877	1,54
Magnesium	318	230	410	700	1310	408	1,40
Eisen	318	9,6	16,6	27,0	46,4	16,56	1,38
Mangan	318	2,6	5,2	13,0	19,5	5,36	1,58
Kupfer	318	1,3	2,3	3,8	5,8	2,28	1,39
Zink	318	7,2	12,5	20,8	34,4	12,49	1,38

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; 5, 50, 95 = Perzentile; MAX = Maximalwert;

GM = geometrisches Mittel; sGM = Standardabweichung des geometrischen Mittels

Quelle: UBA, WaBoLu, Umwelt-Survey 1990/91, Bundesrepublik Deutschland

Die geometrischen Mittelwerte für die tägliche Zufuhr an Kalium und Natrium betragen 3422 mg/Tag bzw. 3137 mg/Tag. Für Calcium und Magnesium wird eine mittlere tägliche Zufuhr von 877 mg/Tag bzw. 408 mg/Tag ermittelt.

Die mittleren Zufuhren der Spurenelemente Eisen, Mangan, Kupfer und Zink betragen 16,6 mg/Tag, 5,4 mg/Tag, 2,3 mg/Tag und 12,5 mg/Tag.

In der nachfolgenden Tabelle 6.21 sind die Ergebnisse der Auswertung der 24h-Protokolle hinsichtlich der geschätzten Zufuhren an Mineralstoffen und weiteren Spurenelementen zusammengestellt.

Tab. 6.21: Geschätzte tägliche Zufuhr von Mineralstoffen und Spurenelementen
(Auswertung der 24h-Protokolle)

	mg/Tag						
	N	5	50	95	MAX	GM	sGM
Kalium	318	1660	3080	5070	8420	3059	1,40
Natrium	318	1440	2930	6380	59740	3005	1,60
Calcium	318	330	820	1710	3510	790	1,65
Magnesium	318	210	360	600	1290	352	1,40
Eisen	318	7,4	13,5	21,3	47,1	13,24	1,39
Mangan	318	2,5	5,2	11,4	19,8	5,32	1,62
Kupfer	318	1,1	1,9	3,3	6,5	1,93	1,40
Zink	318	5,8	10,4	17,2	31,4	10,28	1,42

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; 5, 50, 95 = Perzentile; MAX = Maximalwert;

GM = geometrisches Mittel; sGM = Standardabweichung des geometrischen Mittels

Quelle: UBA, WaBoLu, Umwelt-Survey 1990/91, Bundesrepublik Deutschland

Für Kalium und Natrium werden mittlere Zufuhren von 3059 mg/Tag bzw. 3005 mg/Tag ermittelt. Für Calcium und Magnesium beträgt die mittlere tägliche Zufuhr 790 mg/Tag bzw. 352 mg/Tag.

Die mittleren Zufuhren der Spurenelemente Eisen, Mangan, Kupfer und Zink betragen 13,2 mg/Tag, 5,3 mg/Tag, 1,9 mg/Tag und 10,3 mg/Tag. Diese Ergebnisse werden im folgenden Kapitel 6.4.3 zusammen mit den Ergebnissen der Duplikatstudie vergleichend diskutiert.

6.4.3 Vergleich der Ergebnisse der Methoden (Duplikate, Diet History und 24h-Protokolle)

Die nachfolgende Tabelle 6.22 zeigt den Vergleich der Ergebnisse der angewandten Methoden, d.h. zum einen die Analyse der Duplikate und zum anderen die Auswertung der Angaben zum Ernährungsverhalten retrospektiv für einen Zeitraum von 4 Wochen (Diet History) sowie für einen Tag (24h-Protokolle). Zusätzlich sind zum Vergleich die Daten der VERA-Studie, einer Auswertung eines 7-Tage-Ernährungsprotokolls von ca. 2000 erwachsenen Bundesbürgern mit Zuordnung zum Bundeslebensmittelschlüssel (Hesseker et al. 1992), angegeben. Dabei wurde allerdings, anders als in der vorliegenden Studie, eine erweiterte Version I des BLS eingesetzt.

Bezüglich der Mineralstoffe kann festgestellt werden, daß sich die Daten für die mittleren Zufuhren, wie sie durch die unterschiedlichen Methoden ermittelt wurden, insgesamt in vergleichbarer Größenordnung bewegen. Besonders gut ist die Übereinstimmung zwischen den Methoden bei Natrium und Calcium. Für diese Spurenelemente konnte zwischen den Ergebnissen der Duplikatprobe und den aus Angaben im 24h-Protokoll geschätzten Zufuhren kein statistisch signifikanter Unterschied festgestellt werden.

Tab. 6.22: Vergleich der täglichen Mineralstoff- und Spurenelementzufuhren (Duplikatstudie, Diet History und Auswertung der 24h-Protokolle)

		Duplikatmethode			DH *			24h-Protokoll**			VERA
		Median	MAX	GM	Median	MAX	GM	Median	MAX	GM	Median
Kalium	(mg/Tag)	2890	7620	2785	3480	9230	3422	3080	8420	3059	2888
Natrium	(mg/Tag)	3120	8750	3041	3110	27200	3137	2930	59740	3005	2708
Calcium	(mg/Tag)	790	3490	769	860	3720	877	820	3510	790	669
Magnesium	(mg/Tag)	300	3780	294	410	1310	408	360	1290	352	312
Eisen	(mg/Tag)	7,9	60,0	8,16	16,6	46,4	16,56	13,5	47,1	13,24	13,1
Mangan	(mg/Tag)	3,5	18,0	3,45	5,2	19,5	5,36	5,2	19,8	5,32	-
Kupfer	(mg/Tag)	0,8	3,7	0,75	2,3	5,8	2,28	1,9	6,5	1,93	1,88
Zink	(mg/Tag)	9,3	32,0	8,97	12,5	34,4	12,49	10,4	31,4	10,28	10,0

Anmerkungen: Median = Median (50. Perzentil); MAX = Maximalwert; GM = geometrisches Mittel;
Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt;

*: Diet History-Daten in Kombination mit dem BLS; **: Daten der 24h-Protok. in Kombination mit dem BLS;

VERA: Verbundstudie Ernährungserhebung und Risikofaktoren Analytik

Quelle: UBA, WaBoLu, Umwelt-Survey 1990/91, Bundesrepublik Deutschland

Die geometrischen Mittelwerte für die tägliche Zufuhr der Spurenelemente Kupfer, Eisen, Mangan und Zink, die in der Duplikatstudie ermittelt wurden, sind vergleichsweise niedrig. Der Vergleich der Daten der BLS-Zuordnungen für das 24h-Protokoll und die Diet History-Befragung dieser Studie mit den Daten der VERA-Studie zeigen dagegen eine recht gute Übereinstimmung.

Die Methoden für Nahrungserhebungen wurden von der WHO ausführlich diskutiert und in Form von Richtlinien veröffentlicht. Die Duplikatmethode wird im allgemeinen als die valideste Methode zur Bestimmung der individuellen Nahrungsaufnahme betrachtet, die jedoch gleichzeitig mit hohem Aufwand und Kosten verbunden ist. Im allgemeinen wird von einer 7-tägigen Sammelzeit ausgegangen. Für große Studien, wobei der Umfang allerdings nicht genauer definiert ist, wird hingegen angenommen, daß eine Protokollierung über 24 Stunden ausreichend ist, um Daten über die durchschnittliche Ernährung der Population zu erhalten (WHO 1985).

Die Duplikatstudie im Rahmen des Umwelt-Surveys wurde aus Kosten- und Akzeptanzgründen (geringere Teilnahme bei längerer Laufzeit) nur über einen Tag durchgeführt. Allerdings wurde davon ausgegangen, daß die relativ hohe Zahl an Probanden insgesamt wieder ausgleichend wirkt, d.h. verallgemeinernde Aussagen über die täglichen Zufuhren getroffen werden können.

Der Vergleich der mit den unterschiedlichen Methoden ermittelten Zufuhren ergibt eine relativ gute Übereinstimmung zwischen den Ergebnissen aus den Diet History-Interviews und den 24h-Protokollen. Die aus der Duplikatmethode ermittelten Zufuhren sind jedoch vergleichsweise geringer. Es ist zu vermuten, daß die BLS-Angaben für Eisen, Mangan, Kupfer und Zink höher sind als die tatsächlichen Gehalte in den Lebensmitteln.

Die Tatsache, daß die Ergebnisse der Auswertung der Diet History-Interviews etwas höher ausfallen als die der 24h-Protokolle, könnte auf ein aufgrund der Teilnahme an einer Duplikatstudie verändertes Ernährungsverhalten hinweisen. Dies wurde in der Literatur mehrfach beschrieben und diskutiert (Fisher 1987; Sichert et al. 1984; WHO 1985).

7 Ausblick

Durch die Nahrungsstudie wurde das verfolgte Ziel, die Zufuhr von Schadstoffen und Spurenelementen mit der Nahrung bei der bundesdeutschen Bevölkerung abzuschätzen, erreicht. Darüber hinaus konnten mit dieser Studie vielfältige Erfahrungen gesammelt werden, die für die Planung zukünftiger Surveys von wesentlichem Nutzen sind.

Bei zukünftigen Untersuchungen zur Bestimmung der Schadstoffzufuhren mit der Nahrung sollten:

- weiterhin Duplikatstudien durchgeführt werden.

Die Duplikatstudie hat sich für die Abschätzung der Zufuhr von Schwermetallen bewährt. Der Ablauf der Erhebung im Feld und die Aufbereitung der Proben verliefen relativ problemlos. Wegen einer besseren Aussagefähigkeit sollte der Sammelzeitraum auf 7 Tage ausgedehnt werden (WHO 1985). Da dies aber bezüglich der Durchführung und Auswertung mit einem erheblichen Aufwand verbunden wäre, müßte die Realisierbarkeit in einer Pilotstudie getestet werden.

- weiterhin zugehörige Protokollierungen erfolgen.

Die Aufnahme von Ernährungsprotokollen als Ergänzung zum Sammeln der Duplikate hat sich zur Auswertung und Interpretation der Ergebnisse bewährt.

- empfindlichere Analysemethoden eingesetzt werden.

Bei zukünftigen Untersuchungen müssen problemorientiert empfindlichere Nachweismethoden eingesetzt werden. Die zur amtlichen Lebensmittelüberwachung eingesetzten Standardmethoden weisen analytische Nachweisgrenzen auf, die für die Bestimmung etlicher Schadstoffe in nicht beanstandeten Nahrungsproben nicht ausreichen.

- auf Diet History-Befragungen z.Z. verzichtet werden.

Solange aufgrund der fehlenden Daten für Schadstoffgehalte in Lebensmitteln keine sinnvolle Zuordnung zum BLS möglich ist, kann auf eine Diet History-Befragung verzichtet werden.

- eine optimierte zeitliche Abstimmung zwischen den Probenahmen der Duplikate und der Probenahme zur Feststellung der korporalen Belastung erfolgen.

Um den Zusammenhang zwischen den Schadstoffgehalten in der verzehrsfertigen Nahrung und in Körperflüssigkeiten besser zu erfassen, sollte in Zusammenhang mit dem vorgeschlagenen verlängerten Probenahmezeitraum für die Duplikate auch eine den Halbwertszeiten der Schadstoffe angemessene, möglichst zeitgleiche Probenahme der Blut- und Urinproben erfolgen.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, daß trotz der diskutierten methodischen Verbesserungsmöglichkeiten die vorliegende Studie einen wichtigen Beitrag zur Abschätzung der Zufuhr von Schadstoffen und Spurenelementen mit der täglichen Nahrung leistet. Auch zukünftig sollte unbedingt ein Monitoring der verzehrfertigen Nahrung (z.B. Duplikatstudien) erfolgen.

8 LITERATUR

- Anderson, R.A., Kozlovsky, A.S.: Chromium intake, absorption and excretion of subjects consuming self-selected diets, *Am. J. Clin. Nutr.* 41 (1985) 1177-1183
- Anke, M., Bergmann, K., Lösch, E., Drobner, C.: Die Natriumversorgung Erwachsener Deutschlands, Defizite und Überschüsse an Mengen- und Spurenelementen, 14. Arbeitstagung Mengen- und Spurenelemente, Jena, 1994a
- Anke, M., Groppe, B., Krause, U., Arnhold, W., Langer, M.: Trace element intake (zinc, manganese, copper, molybdenum, iodine and nickel) of humans in Thuringia and Brandenburg of the Fed. Rep. of Germany, *J. Trace Elem. Electrolytes Health Dis.* 5 (1991) 69-74
- Anke, M., Müller, M., Gleis, M., Illing, H., Drobner, C.: Kupferverzehr, Kupferausscheidung, Kupferbilanz und Kupferbedarf Erwachsener Deutschlands, Defizite und Überschüsse an Mengen- und Spurenelementen, 14. Arbeitstagung Mengen- und Spurenelemente, Jena, 1994b
- Backhaus, K., Erichson, B., Plinke, W., Weiber, R.: *Multivariate Analysemethoden*, Springer-Verlag, Berlin, 1994
- Barbera, R., Farre, R., Mesado, D.: Oral intake of cadmium, copper, iron, lead, nickel, manganese and zinc in university students diet, *Die Nahrung* 37, 3 (1993) 241-245
- Baumann, A.: Rückstände in Nahrungsmitteln und die Verminderung in der Küchentechnik (2), *Rationelle Hauswirtschaft* 14, 5 (1987) 7-9
- Bernigau, W., Becker, K., Chutsch-Abelmann, M., Henke, M., Krause, C., Schulz, C., Schwarz, E., Thefeld, W.: *Umwelt-Survey 1985/86 Band IVb: Blei*, Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene des Umweltbundesamtes. WaBoLu, im Druck 1996
- Blanusa, M., Jorhem, L.: Dietary intake of some essential elements in Sweden and Yugoslavia, in: Momcilovic, B. (Ed.): *Trace Elements in Man and Animal*, TEMA 7, Zagreb, 1991, 13/8-13/10
- Bro, S., Sandström, B., Heydorn, K.: Intake of essential and toxic trace elements in a random sample of Danish men as determined by the duplicate portion sampling technique, *J. Trace Elem. Electrolytes Health Dis.* 4 (1990) 147-155
- Candrian, U.: Vorkommen und toxikologische Bedeutung von Aluminium in der Nahrung, *Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg.* 76 (1985) 570-608
- DGE: Deutsche Gesellschaft für Ernährung (Hrsg.): *Empfehlungen für die Nährstoffzufuhr*, 5. Überarbeitung, Umschau Verlag, Frankfurt/Main, 1991

- DGE: Deutsche Gesellschaft für Ernährung, Ausschuß Nahrungsbedarf: Zufuhrempfehlungen und Nährstoffbedarf, Teil II: Vergleich der Vorschläge von SCF/EC mit den Empfehlungen der DGE, I. Allgemeines, Energie, Hauptnährstoffe, Mineralstoffe, Spurenelemente und andere für die Ernährung wichtige Lebensmittelinhaltsstoffe, Ernährungs-Umschau 42, 1 (1995) 4-10
- Ellen, G., Egmond, E., vanLoon, J.W., Sahertian, E.T., Tolsma, K.: Dietary intakes of some essential and non-essential elements, nitrate, nitrite and N-nitrosamines, by Dutch adults: estimated via a 24-hour duplicate portion study, Food Additives and Contaminants 7, 2 (1990) 207-221
- Eschnauer, H.: Spurenelemente und Ultra-Spurenelemente in Wein, Naturwissenschaften 73 (1986) 281-290
- Ewers, U., Freier, I., Turfeld, M., Brockhaus, A., Hofstetter, I., König, W., Leisner-Saaber, J., Delschen, T.: Untersuchungen zur Schwermetallbelastung von Böden und Gartenprodukten aus Stolberger Hausgärten und zur Blei- und Cadmiumbelastung von Kleingärtnern aus Stolberg, Gesundh.-Wes. 55 (1993) 318-325
- Fisher, C.E.: Dietary Studies in the United Kingdom, in: Van Dokkum, W., De Vos, R.H.: Total diet Studies in Europe, EURONUT Report 10, 1987
- Glei, M., Anke, M., Angelow, L.: Magnesium in the food chain, in: Anke, M., Meissner, C.F., Mills, C.F. (Eds.): Trace Elements in Man and Animals, TEMA 8, 1993
- Hahn, K., Günther, G., Einax, J.: Ermittlung und Bewertung der täglichen Aufnahme von Mineralstoffen mit der Nahrung in Ostthüringen, Forum Städte-Hygiene 43 (1992) 77-81
- Häusler, A., Rehm, J., Kohlmeier, L.: Bundeslebensmittelschlüssel, AID-Verbraucherdienst 35 (1990) 179-187
- Heseker, H., Adolf, T., Eberhardt, W., Hartmann, S., Herwig, A., Kübler, W., Matiaske, B., Moch, K.J., Schneider, R., Zipp, A.: Lebensmittel- und Nährstoffaufnahme Erwachsener in der Bundesrepublik Deutschland, VERA-Schriftenreihe Band III, Niederkleen, 1992
- Hoffmeister, H., Thefeld, W., Stolzenberg, H., Schön, D.: Nationaler-Gesundheits-Survey 1984-86. Untersuchungsbefunde und Laborwerte, Institut für Sozialmedizin und Epidemiologie, Schriftenreihe des Bundesgesundheitsamtes, 1992
- Illing, H., Anke, M., Kräuter, U.: Iron intake in Germany, in: Anke, M., Meissner, C.F., Mills, C.F. (Eds.): Trace Elements in Man and Animals, TEMA 8, 1993
- Jorhem, L., Haegglund, G.: Aluminium in foodstuffs and diets in Sweden, Z. Lebensm. Unters. Forsch. 194 (1992) 38-42

- Kampe, W.: Blei und Cadmium in Nahrungsmitteln der Angebotsform und im Gesamtverzehr - Ergebnisse von Total Diet Studies, *Landwirtsch. Forsch. Sonderh.* 39 (1982) 361-383
- Kampe, W., Andre, W., Zürcher, C.: Nitratzufuhren mit dem Gesamtverzehr tierischer und pflanzlicher Nahrungsmittel, *Landwirtsch. Forsch. Sonderh.* 36 (1983) 188-196
- Kibler, R.: Aufnahme von Schadstoffen über die tägliche Gesamtnahrung, Bayerische Landesanstalt für Ernährung, LfE, München, 1989
- Klein, H.: Einfluß von Herstellungs- und Zubereitungsverfahren auf Arsen-, Blei-, Cadmium- und Quecksilbergehalte von Lebensmitteln, Zentrale Erfassungs- und Bewertungsstelle für Umweltchemikalien des Bundesgesundheitsamtes Berlin, ZEBS-Bericht 3/1982
- Klevay, L.M., Buchet, J.P., Bunker, V.W., Clayton, B.E., Gibson, R.S., Medeiros, D.M., Moser-Veillon, P.B., Patterson, K.Y., Taper, L.J., Wolf, W.R.: Copper in the western diet (Belgium, U.K. and USA), in: Anke, M., Meissner, D., Mills, C.F.(Eds.): *Trace Elements in Man and Animal - TEMA* 8, 1993
- Krämer, K., Anke, M.: Die Calciumaufnahme Erwachsener Deutschlands nach der Duplikat- und Basketmethode - ein Vergleich, 12. Arbeitstagung Mengen- und Spurenelemente, Jena, 1992
- Krause, C., Babisch, W., Becker, K., Bernigau, W., Hoffmann, K., Nöllke, P., Schulz, C., Schwabe, R., Seiwert, M., Thefeld, W.: *Umwelt-Survey 1990/92, Band Ia: Studienbeschreibung und Humanbiomonitoring*, Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene des Umweltbundesamtes, WaBoLu-Hefte, 1/ 1996
- Kreuter, H., Klaes, L., Hoffmeister, H., Laaser, H.: *Prävention von Herz-Kreislaufkrankheiten*, Juventa-Verlag GmbH, Weinheim, 1995
- Levander, O.A.: A Global view of human selenium nutrition, *Ann. Rev. Nutr.* 7 (1987) 227-250
- Levander, O.A.: Scientific rationale for the 1989 recommended dietary allowance for selenium, *J. Am. Dietetic Ass.* 91, 12 (1991) 1572-1576
- Miettinen, O.S.: *Theoretical epidemiology*, John Wiley & Sons, New York, 1985
- Müller, J., Weigert, P. (Hrsg.): *Bleigehalte in und auf Lebensmitteln. Zentrale Erfassungs- und Bewertungsstelle für Umweltchemikalien des Bundesgesundheitsamtes Berlin, ZEBS-Hefte* 2/1990
- Müller, L. Dieter, H.H.: Blei im Trinkwasser - Zur Festlegung eines neuen Grenzwertes und zur Problematik von Bleirohren, *Gesundh.-Wes* 55 (1993) 514 - 520

- Müller, M., Anke, M., Hartmann, E., Protzsch, C.: Die Blei- und Cadmiumaufnahme Erwachsener in Sachsen, 12. Arbeitstagung Mengen- und Spurenelemente, Jena, 1992
- Müller, M., Anke, M., Thiel, C., Hartmann, E.: Zur Cadmiumaufnahme Erwachsener in den neuen Bundesländern, *Ernährungs-Umschau* 40, 6 (1993) 240-243
- Neter, J., Wassermann, W., Kutner, M.H.: *Applied Linear Regression Models*, IRWIN, Homewood, (1989)
- Oster, O., Prellwitz, W.: Are Germans Selenium-Deficient ? In: Wendel, A. (Hrsg.): *Selenium in Biology and Medicine*, Springer-Verlag, Berlin 1988
- Ott, W.R.: A physical exponation of the lognormality of pollutant concentrations, *J. Air Waste Management Assoc.* 40 (1990) 1378-1383
- Parr, R.M., Abdulla, M., Aras, N.K., Byrne, A.R., Camara-Rica, C., Finnie, S., Gharib, A.G., Ingrao, G., Iyengar, G.V., Khang, F.A., Krishnan, S.S., Kumpulainen, J., Liu, S., Schelenz, R., Srianujata, S., Tanner, J.T., Wolf, W.: Dietary intakes of trace elements and related nutrients in eleven countries: Preliminary results from a International Atomic Energy Agency (IAEA) co-coordinated research programme, in: Momcilovic, M. (Ed.): *Trace Element in Man and Animal - TEMA 7*, Zagreb, 1991
- Pfannhauser, W.: Die Schwermetall-Belastung der österreichischen Nahrung im internationalen Vergleich, *Ernährungsforsch.* 36 (1991) 13-17
- Pfannhauser, W.: Selenaufnahme in Europa, 10. Arbeitstagung Mengen- und Spurenelemente: Defizite und Überschüsse an Mengen- und Spurenelementen in der Ernährung, Jena, 1994
- Protzsch, C., Anke, M., Krämer, K.: Copper intake of adults in Freiberg (Saxony) and Germany, in: Anke, M., Meissner, D., Mills, C.F.(Eds.): *Trace Elements in Man and Animal - TEMA 8*, 1993
- Robberecht, H.J., Hendrix, P., van Cauwenbergh, R., Deelstra, H.A.: Daily dietary manganese intake in Belgium, using duplicate portion sampling, *Z. Lebensm. Unters. Forsch.* 199 (1994) 446-448
- Schelenz, R.: Essentielle und toxische Inhaltsstoffe in der täglichen Gesamtnahrung, *Berichte der Bundesforschungsanstalt für Ernährung BFE-R--83-02*, Karlsruhe, 1983
- SCF: Scientific Committee for Food: Proposed nutrient and energy intakes for the European Community: A report of the scientific committee for food in the European Community, *Nutrition Reviews* 51, 7 (1993) 209-212

- Schwarz, E., Chutsch, M., Krause, C., Schulz, C., Thefeld, W.: Umwelt-Survey 1985/86, Band IVa: Cadmium, Institut für Wasser-, Boden- und Luftthygiene des Umweltbundesamtes. WaBoLo-Hefte 2/1993
- Sherlock, J.C., Ashby, D., Delves, H.T., Forbes, G.I., Moore, M.R., Patterson, W.J., Pocock, S.J., Quinn, M.J., Richards, W.N., Wilson, T.S.: Reduction in exposure to lead from drinking water and its effect on blood lead concentrations, *Human Toxicol.* 3 (1984) 383-392
- Sichert, W., Oltersdorf, U., Winzen, U., Leitzmann, C.: Ernährungs-Erhebungs-Methoden, Schriftenreihe der Arbeitsgemeinschaft Ernährungsverhalten e.V., Band 4, Ernährungsumschau (Beiheft) 31 (1984) 1-88
- Sommerfeld, G.: Aufnahmeberechnungen unter Nutzung der Monitoring-Ergebnisse am Beispiel Nitrat, Tätigkeitsbericht 1994 des Bundesinstitutes für Gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin, Berlin, 1995, 167-169
- SPSS, 1993: SPSS Base System Syntax Reference Guide, Release 6.0, SPSS Inc., 1993
- Stransky, M., Zimmerli, B., Sieber, R.: Nährstoffversorgung in der Gemeinschaftsverpflegung, in: Stähelin, H.B., Lüthy, J., Casabianca, A., Monnier, K.I., Müller, H.-R., Schutz, Y., Sieber, R. (Hrsg.): Schweizerischer Ernährungsbericht, Eidg. Drucksachen und Materialienzentrale, Bern, 1991
- Sundermann, F.W.: Nickel, in: Clarkson, T.W., Friberg, L., Nordberg, G.F., Sager, P.R. (Eds.): *Biological monitoring of toxic metals*, Plenum Press, New York, 1988
- Svensson, B.G., Schütz, A., Nilsson, A., Akesson, I., Akesson, B., Skerfving, S.: Fish as a source of exposure to mercury and selenium, *Sci. Total Environ.* 126 (1992) 61-74
- Vahter, M., Berglund, M., Friberg, L., Jorhem, L., Lind, B., Slorach, S., Akesson, A.: Dietary intake of lead and cadmium in Sweden, *Var Föda Supplement* 2 (1990) 1-16
- Watanabe, T., Iwani, O., Shimbo, S., Ikeda, M.: Reduction in cadmium in blood and dietary intake among general populations in Japan, *Int. Arch. Occup. Environ. Health* 65 (1993) 205-208
- Weigert, P., Müller, J., Wedler, A., Klein, H.: Nitrat und Nitrit in Lebensmitteln, Zentrale Erfassungs- und Bewertungsstelle für Umwelchemikalien des Bundesgesundheitsamtes, ZEBS-Hefte 2/1986
- WHO: World Health Organization: WHO-Technical Report Series No. 648, Genf 1980
- WHO: World Health Organization: Guidelines for the study of dietary intakes of chemical contaminants, WHO Offset Publication 87, 1985

- WHO: World Health Organization: WHO-Technical Report Series No. 776, Genf 1989
- WHO: World Health Organization: WHO-Technical Report Series No. 837, Genf 1993
- Wickens, Th.D.: Multiway contingency tables analysis for the Social Sciences, Lawrence Erlbaum Assoc., Hillsdale, New Jersey 1989
- Wilhelm, M., Lombeck, I., Kouros, B., Wuthe, J., Ohnesorge, F.-K.: Duplikatstudie zur Aufnahme von einigen Metallen/Metalloiden bei Kindern in Deutschland. Teil I: Arsen und Quecksilber, Zbl. Hyg. 197 (1995a) 345-356
- Wilhelm, M., Lombeck, I., Kouros, B., Wuthe, J., Ohnesorge, F.-K.: Duplikatstudie zur Aufnahme von einigen Metallen/Metalloiden bei Kindern in Deutschland. Teil II: Aluminium, Cadmium und Blei, Zbl. Hyg. 197 (1995b) 357-369
- ZEBS: Datenbank der Zentralstelle für die Erfassung und Bewertung von Umweltchemikalien des Bundesinstitutes für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin, Berlin, 1994
- Zimmerli, B., Bosshard, E., Knutti, R.: Vorkommen und gesundheitliche Bewertung toxischer Spurenelemente in der Nahrung, Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. 80 (1989) 490-518
- Zimmerli, B., Candrian, U., Schlatter, C.: Vorkommen und toxikologische Bedeutung von Nickel in der Nahrung, Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. 78 (1987) 344-396

9 Verzeichnisse

9.1 Verzeichnis der Abkürzungen

AAS	Atomabsorptionsspektrometrie
ADI	Acceptable Daily Intake
Al	Aluminium
AM	arithmetischer Mittelwert
AR	Average Requirement
As	Arsen
BG	Bestimmungsgrenze
BGA	Bundesgesundheitsamt
BgVV	Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin
BLS	Bundeslebensmittelschlüssel
BW	Body Weight
Ca	Calcium
Cd	Cadmium
Cr	Chrom
Cu	Kupfer
d	Tag (day)
DGE	Deutsche Gesellschaft für Ernährung
DH	Diet History
DIN	Deutsche Industrie-Norm
EDV	Elektronische Datenverarbeitung
EFB	Epidemiologische Forschung Berlin
EG	Europäische Gemeinschaft
Fa	Firma
FAO	Food and Agriculture Organization
Fe	Eisen
FKZ	Forschungskennziffer
g	Gramm
GM	geometrischer Mittelwert
h	Stunde (hour)
Hg	Quecksilber
IAEA	International Atomic Energy Agency
K	Kalium
Kap	Kapitel
KG	Körpergewicht
kg	Kilogramm
KI	Konfidenzintervall
l	Liter

LTI	Lowest Threshold Intake
Max	Maximum
mg	Milligramm
Mg	Magnesium
ml	Milliliter
Mn	Mangan
n	Anzahl von Probanden
N	Stichprobenumfang
Na	Natrium
Ni	Nickel
NO ₂	Nitrit
NO ₃	Nitrat
n.s.	nicht signifikant
NRW	Nordrhein-Westfalen
NVS	Nationale Verzehrsstudie
p	Signifikanzniveau
Pb	Blei
PRI	Population Reference Intake
PTWI	Provisional Tolerable Weekly Intake
r	Korrelationskoeffizient
RDA	Recommended Dietary Allowance
RKI	Robert Koch-Institut
S	Standardabweichung
SCF	Scientific Committee for Food of the European Community
Se	Selen
sGM	Standardabweichung vom Geom. Mittel
S	Standardabweichung
SCF	Scientific Committee for Food of the European Community
SWA	Sollwertabweichung
Tab	Tabelle
u.U.	unter Umständen
UBA	Umweltbundesamt
VERA	Verbundstudie Ernährungserhebung und Risikofaktoren Analytik
vgl.	vergleiche
VK	Variationskoeffizient
WaBoLu	Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene
WHO	World Health Organization
ZEBS	Zentralstelle für die Erfassung und Bewertung von Umweltchemikalien
Zn	Zink

9.2 Tabellenverzeichnis

Tab. Z.1:	Tägliche Zufuhr von einigen Schadstoffen und Spurenelementen (24h-Duplikat Studie).....	2
Tab. Z.2:	Tägliche Zufuhr von Aluminium, Arsen, Cadmium und Quecksilber (24h-Duplikat Studie).....	2
Tab. S.1:	Dietary intake of some trace and toxic elements (24h-Duplicate Study)	5
Tab. S.2:	Dietary intake of aluminium, arsenic, cadmium and mercury (24h-Duplicate Study)5	5
Tab. 2.1:	Vergleich der Stichprobe der Nahrungserhebung 1990/91 mit der Population der Bundesrepublik (Mikrozensus 1991 des statistischen Bundesamtes, alte Bundesländer) nach Geschlecht und Alter.....	14
Tab. 3.1:	Eingesetzte Aufschlußverfahren.....	16
Tab. 3.2:	Eingesetzte Analyseverfahren	16
Tab. 3.3:	Bestimmungsgrenzen und Kenndaten zur Qualitätskontrolle für den Analysezeitraum	17
Tab. 3.4:	Kenndaten zur Qualitätskontrolle, Analyse der ZEBS-Standards.....	18
Tab. 5.1:	Kategorisierung des Konsums bestimmter Lebensmittel	25
Tab. 5.2:	Zusammenhänge zwischen nahrungsspezifischen Gliederungsmerkmalen (24h-Protokolle).....	27
Tab. 5.3:	Zusammenhänge zwischen nahrungsspezifischen Gliederungsmerkmalen (Diet History).....	28
Tab. 5.4:	Korrelationen zwischen den Gehalten an einigen Spurenelemente und Schadstoffen in den Duplikaten.....	29
Tab. 5.5:	Zusammenhänge zwischen den Aluminium-, Arsen-, Cadmium- und Quecksilbergehalten in den Duplikaten.....	30
Tab. 6.1:	Gesamtverzehrsmengen (Ergebnis der Duplikatstudie)	33
Tab. 6.2:	Tägliche Arsenzufuhr (Ergebnis der Duplikatstudie).....	35
Tab. 6.3:	Tägliche Bleizufuhr (Ergebnis der Duplikatstudie).....	37

Tab. 6.4:	Tägliche Cadmiumzufuhr (Ergebnis der Duplikatstudie).....	38
Tab. 6.5:	Tägliche Chromzufuhr (Ergebnis der Duplikatstudie).....	40
Tab. 6.6:	Tägliche Kupferzufuhr (Ergebnis der Duplikatstudie).....	42
Tab. 6.7:	Tägliche Quecksilberzufuhr (Ergebnis der Duplikatstudie).....	43
Tab. 6.8:	Tägliche Nitratzufuhr (Ergebnis der Duplikatstudie).....	55
Tab. 6.9:	Tägliche Nitritzufuhr (Ergebnis der Duplikatstudie).....	56
Tab. 6.10:	Vergleich der täglichen Nitrat- und Nitritzufuhren (Duplikatstudie, Diet History und Auswertung der 24h-Protokolle)	58
Tab. 6.11:	Tägliche Calciumzufuhr (Ergebnis der Duplikatstudie).....	59
Tab. 6.12:	Tägliche Kaliumzufuhr (Ergebnis der Duplikatstudie)	60
Tab. 6.13:	Tägliche Natriumzufuhr (Ergebnis der Duplikatstudie).....	61
Tab. 6.14:	Tägliche Magnesiumzufuhr (Ergebnis der Duplikatstudie)	62
Tab. 6.15:	Tägliche Aluminiumzufuhr (Ergebnis der Duplikatstudie).....	63
Tab. 6.16:	Tägliche Eisenzufuhr (Ergebnis der Duplikatstudie)	65
Tab. 6.17:	Tägliche Manganzufuhr (Ergebnis der Duplikatstudie)	66
Tab. 6.18:	Tägliche Nickelzufuhr (Ergebnis der Duplikatstudie).....	67
Tab. 6.19:	Tägliche Zinkzufuhr (Ergebnis der Duplikatstudie).....	69
Tab. 6.20:	Geschätzte tägliche Zufuhr von Mineralstoffen und Spurenelementen (Diet History).....	70
Tab. 6.21:	Geschätzte tägliche Zufuhr von Mineralstoffen und Spurenelementen (Auswertung der 24h-Protokolle)	71
Tab. 6.22:	Vergleich der täglichen Mineralstoff- und Spurenelementzufuhren (Duplikatstudie, Diet History und Auswertung der 24h-Protokolle)	72
Tab. 10.1:	Ergebnisse von Duplikatstudien zu täglichen Zufuhren von Arsen, Blei, Cadmium und Quecksilber.....	87

Tab. 10.2: Ergebnisse von Duplikatstudien zu täglichen Zufuhren von Kupfer, Eisen, Mangan, Nickel und Zink	88
Tab. 10.3: Körpergewicht der Probanden der Duplikatstudie	89
Tab. 10.4: Arsengehalt in den Duplikaten	89
Tab. 10.5: Bleigehalt in den Duplikaten	90
Tab. 10.6: Cadmiumgehalt in den Duplikaten	90
Tab. 10.7: Chromgehalt in den Duplikaten.....	91
Tab. 10.8: Kupfergehalt in den Duplikaten.....	91
Tab. 10.9: Quecksilbergehalt in den Duplikaten.....	92
Tab. 10.10: Nitratgehalt in den Duplikaten	92
Tab. 10.11: Nitritgehalt in den Duplikaten	93
Tab. 10.12: Calciumgehalt in den Duplikaten	93
Tab. 10.13: Kaliumgehalt in den Duplikaten.....	94
Tab. 10.14: Natriumgehalt in den Duplikaten	94
Tab. 10.15: Magnesiumgehalt in den Duplikaten.....	95
Tab. 10.16: Aluminiumgehalt in den Duplikaten	95
Tab. 10.17: Eisengehalt in den Duplikaten.....	96
Tab. 10.18: Mangangehalt in den Duplikaten.....	96
Tab. 10.19: Nickelgehalt in den Duplikaten	97
Tab. 10.20: Zinkgehalt in den Duplikaten	97

10 Anhang

10.1 Tabellen zum Literaturvergleich

Tab. 10.1: Ergebnisse von Duplikatstudien zu täglichen Zufuhren (mg/Tag) von Arsen, Blei, Cadmium und Quecksilber

Studie	Tägliche Zufuhren (mg/Tag)			
	Arsen	Blei	Cadmium	Quecksilber
Bundesrepublik Umwelt-Survey [†] n=318; 1d; geo.M.*	0,07	0,032	0,007	0,007
Dänemark (Bro et al. 1990) n=100; 2d; Median*	--	0,007	0,011	--
Niederlande (Ellen et al. 1990) n=110; 1d; Median*	--	0,028	0,009	< 0,002
Österreich (Pfannhauser 1991) n=10; 7d; arith.M.*	0,009	0,066	0,024	0,005
Schweden (Vahter et al. 1990) n=15; 7d; Median*	--	0,026	0,0089	--
Schweiz (Zimmerli et al. 1989) n=40; 1d; arith.M.*	0,03	0,025	0,012	< 0,005

Anmerkungen:

[†]: Werte unter der Bestimmungsgrenze BG sind als BG/2 berücksichtigt;

*: Angabe der Zahl der Probanden, der Dauer der Untersuchung, der Art des Mittelwertes

Quelle: UBA, WaBoLu, Umwelt-Survey 1990/91, Bundesrepublik Deutschland

Tab. 10.2: Ergebnisse von Duplikatstudien zu täglichen Zufuhren (mg/Tag) von Kupfer, Eisen, Mangan, Nickel und Zink

Studie	Tägliche Zufuhraten (mg/Tag)				
	Kupfer	Eisen	Mangan	Nickel	Zink
Bundesrepublik					
Umwelt-Survey 1990/91 [†] n=318; 1d; geo.M.*	0,75	8,2	3,4	0,082	9,0
(Anke et al. 1991) (Illing et al. 1993) n=56; 7d; arith.M.* n=98; 7d; arith.M.	0,54-0,92	8,6-11	2,0-3,8	0,111-0,256	6,7-11
(Hahn et al. 1992) n=20; ca. 2d; geo.M.*	0,96	12,9	2,7	--	10,2
Dänemark (Bro et al. 1990) n=100; 2d; Median*	1,1	11,3	3,9	--	11,3
Niederlande (Ellen et al. 1990) n=110; 1d; Median*	1,2	--	3,3	--	8,4
Spanien (Barbera et al. 1993) n=12; 1d; arith.M.*	1,25	15,4	2,19	0,60	12,1

Anmerkungen:

[†]: Werte unter der Bestimmungsgrenze BG sind als BG/2 berücksichtigt;

*: Angabe der Zahl der Probanden, der Dauer der Untersuchung, der Art des Mittelwertes

Quelle: UBA, WaBoLu, Umwelt-Survey 1990/91, Bundesrepublik Deutschland

10.2 Deskription des Körpergewichtes der Probanden der Duplikatstudie

Tab. 10.3: Körpergewicht der Probanden der Duplikatstudie

	N	5	50	95	MAX	GM	sGM
Gesamt	318	55	73	99	138	73,0	1,2
Geschlecht							
Männer	137	64	81	105	138	80,8	1,2
Frauen	181	52	66	92	115	67,5	1,2
Geschlecht x Alter							
Männer							
25-34 Jahre	39	63	77	103	138	78,5	1,2
35-49 Jahre	47	65	79	105	111	81,3	1,2
50-69 Jahre	51	66	83	102	106	82,2	1,1
Frauen							
25-34 Jahre	56	49	63	97	115	65,2	1,2
35-49 Jahre	64	53	67	89	105	68,2	1,2
50-69 Jahre	61	55	67	91	96	68,9	1,2

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; 5, 50, 95 = Perzentile; MAX = Maximalwert;
 GM = geometrisches Mittel; sGM = Standardabweichung des geometrischen Mittels;
 Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt

Quelle: UBA, WaBoLu, Umwelt-Survey 1990/91, Bundesrepublik Deutschland

10.3 Analytierte Schadstoff- und Spurenelementgehalte in den Duplikaten

Tab. 10.4: Arsengehalt in den Duplikaten

	N	n<BG	mg/kg		
			GM_all	GM_bg	MAX
Gesamt	318	298	0,027	0,085	0,75

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Anzahl Werte unter der Bestimmungsgrenze BG;
 GM_all = geometr. Mittel für gesamte Stichprobe; GM_bg = geometr. Mittel für Werte über der BG;
 MAX = Maximalwert; Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt

Quelle: UBA, WaBoLu, Umwelt-Survey 1990/91, Bundesrepublik Deutschland

Tab. 10.5: Bleigehalt in den Duplikaten

	N	n<BG	mg/kg					sGM
			5	50	95	MAX	GM	
Gesamt	318	77	<0.005	0,01	0,07	0,40	0,012	3,03
Geschlecht								
Männer	137	34	<0.005	0,02	0,06	0,30	0,012	2,98
Frauen	181	43	<0.005	0,01	0,07	0,40	0,012	3,07
Geschlecht x Alter								
Männer								
25-34 Jahre	39	7	<0.005	0,02	0,08	0,30	0,015	3,11
35-49 Jahre	47	14	<0.005	0,01	0,07	0,08	0,010	3,08
50-69 Jahre	51	13	<0.005	0,01	0,04	0,13	0,011	2,79
Frauen								
25-34 Jahre	56	12	<0.005	0,01	0,09	0,20	0,012	2,92
35-49 Jahre	64	16	<0.005	0,01	0,07	0,40	0,012	3,28
50-69 Jahre	61	15	<0.005	0,01	0,06	0,19	0,012	3,05
Bleigeh. im Trinkwasser*								
bis 1 µg/l	180	50	<0.005	0,01	0,06	0,40	0,010	2,93
über 1 bis 5 µg/l	117	24	<0.005	0,02	0,09	0,30	0,014	3,19
über 5 µg/l	21	3	<0.005	0,02	0,05	0,07	0,015	2,51

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Werte unterhalb Bestimmungsgrenze; 5, 50, 95 = Perzentile;
 MAX = Maximalwert; GM = geometrisches Mittel; sGM = Standardabweichung des geometrischen Mittels
 Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt;
 * = Merkmal signif. (p<0,01)

Quelle: UBA, WaBoLu, Umwelt-Survey 1990/91, Bundesrepublik Deutschland

Tab. 10.6: Cadmiumgehalt in den Duplikaten

	N	n<BG	mg/kg		
			GM_all	GM_bg	MAX
Gesamt	318	287	0,003	0,008	0,05

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Anzahl Werte unter der Bestimmungsgrenze BG;
 GM_all = geometr. Mittel für gesamte Stichprobe; GM_bg = geometr. Mittel für Werte über der BG;
 MAX = Maximalwert; Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt

Quelle: UBA, WaBoLu, Umwelt-Survey 1990/91, Bundesrepublik Deutschland

Tab. 10.7: Chromgehalt in den Duplikaten

	mg/kg							
	N	n<BG	5	50	95	MAX	GM	sGM
Gesamt	318	184	<0.01	0,01	0,05	0,13	0,01	2,27
Geschlecht								
Männer	137	73	<0.01	0,01	0,04	0,13	0,01	2,20
Frauen	181	111	<0.01	0,01	0,06	0,13	0,01	2,32
Geschlecht x Alter								
Männer								
25-34 Jahre	39	19	<0.01	0,01	0,05	0,08	0,01	2,14
35-49 Jahre	47	26	<0.01	0,01	0,03	0,13	0,01	2,21
50-69 Jahre	51	28	<0.01	0,01	0,05	0,12	0,01	2,28
Frauen								
25-34 Jahre	56	29	<0.01	0,01	0,07	0,10	0,01	2,60
35-49 Jahre	64	41	<0.01	0,01	0,03	0,08	0,01	2,02
50-69 Jahre	61	41	<0.01	0,01	0,05	0,13	0,01	2,31

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Werte unterhalb Bestimmungsgrenze; 5, 50, 95 =Perzentile;
 MAX = Maximalwert; GM = geometrisches Mittel; sGM = Standardabweichung des geometrischen Mittels;
 Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt;
 * = Merkmal signif. (p<0,01)

Quelle: UBA, WaBoLu, Umwelt-Survey 1990/91, Bundesrepublik Deutschland

Tab. 10.8: Kupfergehalt in den Duplikaten

	mg/kg							
	N	n<BG	5	50	95	MAX	GM	sGM
Gesamt	318	4	0,1	0,3	0,6	1,9	0,28	1,81
Geschlecht								
Männer	137	1	0,1	0,3	0,7	1,3	0,29	1,81
Frauen	181	3	0,1	0,3	0,6	1,9	0,28	1,81
Geschlecht x Alter								
Männer								
25-34 Jahre	39	0	0,1	0,3	0,7	1,3	0,33	1,77
35-49 Jahre	47	0	0,1	0,3	0,5	0,9	0,25	1,79
50-69 Jahre	51	1	0,1	0,3	0,9	1,1	0,30	1,82
Frauen								
25-34 Jahre	56	0	0,1	0,3	0,6	0,9	0,32	1,59
35-49 Jahre	64	2	0,1	0,3	0,6	1,9	0,27	1,98
50-69 Jahre	61	1	0,1	0,3	0,5	0,7	0,25	1,79
Kupfergeh. im Trinkwasser*								
bis 0,3 mg/l	231	4	0,1	0,3	0,6	1,9	0,27	1,87
über 0,3 bis 1 mg/l	56	0	0,2	0,3	0,6	0,7	0,32	1,46
über 1 mg/l	28	0	0,1	0,4	1,0	1,3	0,35	1,81

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Werte unterhalb Bestimmungsgrenze; 5, 50, 95 =Perzentile;
 MAX = Maximalwert; GM = geometrisches Mittel; sGM = Standardabweichung des geometrischen Mittels;
 Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt;
 * = Merkmal signif. (p<0,01)

Quelle: UBA, WaBoLu, Umwelt-Survey 1990/91, Bundesrepublik Deutschland

Tab. 10.9: Quecksilbergehalt in den Duplikaten

	N	n<BG	mg/kg		
			GM_all	GM_bg	MAX
Gesamt	318	307	0,003	0,008	0,019

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Anzahl Werte unter der Bestimmungsgrenze BG;
 GM_all = geometr. Mittel für gesamte Stichprobe; GM_bg = geometr. Mittel für Werte über der BG;
 MAX = Maximalwert; Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt

Quelle: UBA, WaBoLu, Umwelt-Survey 1990/91, Bundesrepublik Deutschland

Tab. 10.10: Nitratgehalt in den Duplikaten

	N	n<BG	mg/kg					
			5	50	95	MAX	GM	sGM
Gesamt	318	0	8	26	74	286	25,5	2,0
Geschlecht								
Männer	137	0	7	24	72	129	23,4	2,1
Frauen	181	0	8	27	80	286	27,2	2,0
Geschlecht x Alter								
Männer								
25-34 Jahre	39	0	4	20	63	129	18,7	2,3
35-49 Jahre	47	0	7	24	68	88	23,4	2,0
50-69 Jahre	51	0	10	27	76	117	27,8	1,9
Frauen								
25-34 Jahre	56	0	8	24	67	286	24,9	2,1
35-49 Jahre	64	0	9	27	70	193	27,2	2,0
50-69 Jahre	61	0	11	29	94	189	29,7	2,0
Gemüseverzehr*								
max. 200g	201	0	7	21	58	189	21,3	1,9
über 200 g	117	0	11	36	95	286	34,7	2,0
Salatverzehr*								
nein	196	0	7	21	58	286	20,9	1,9
ja	122	0	11	39	271	189	35,1	2,0

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Werte unterhalb Bestimmungsgrenze; 5, 50, 95 = Perzentile;
 MAX = Maximalwert; GM = geometrisches Mittel; sGM = Standardabweichung des geometrischen Mittels;
 Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt;
 * = Merkmal signif. (p<0,01)

Quelle: UBA, WaBoLu, Umwelt-Survey 1990/91, Bundesrepublik Deutschland

Tab. 10.11: Nitritgehalt in den Duplikaten

	N	n<BG	mg/kg					GM	sGM
			5,0	50,0	95,0	MAX			
Gesamt	318	159	<0,1	0,1	0,3	0,6	0,09	2,00	
Geschlecht									
Männer	137	66	<0,1	0,1	0,3	0,6	0,09	1,97	
Frauen	181	93	<0,1	0,1	0,3	0,5	0,09	2,02	
Geschlecht x Alter									
Männer									
25-34 Jahre	39	22	<0,1	0,1	0,2	0,2	0,08	1,73	
35-49 Jahre	47	21	<0,1	0,1	0,4	0,5	0,11	2,16	
50-69 Jahre	51	23	<0,1	0,1	0,3	0,6	0,09	1,93	
Frauen									
25-34 Jahre	56	29	<0,1	0,1	0,3	0,5	0,08	1,87	
35-49 Jahre	64	34	<0,1	0,1	0,3	0,4	0,09	2,05	
50-69 Jahre	61	30	<0,1	0,1	0,4	0,5	0,10	2,13	

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Werte unterhalb Bestimmungsgrenze; 5, 50, 95 =Perzentile;
 MAX = Maximalwert; GM = geometrisches Mittel; sGM = Standardabweichung des geometrischen Mittels;
 Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt;
 * = Merkmal signif. (p<0,01)

Quelle: UBA, WaBoLu, Umwelt-Survey 1990/91, Bundesrepublik Deutschland

Tab. 10.12: Calciumgehalt in den Duplikaten

	N	n<BG	mg/kg					GM	sGM
			5	50	95	MAX			
Gesamt	318	0	120	300	600	970	289	1,6	
Geschlecht									
Männer	137	0	110	300	600	970	281	1,6	
Frauen	181	0	130	300	610	770	295	1,6	
Geschlecht x Alter									
Männer									
25-34 Jahre	39	0	130	300	610	970	299	1,7	
35-49 Jahre	47	0	90	250	600	750	256	1,7	
50-69 Jahre	51	0	110	300	610	680	291	1,6	
Frauen									
25-34 Jahre	56	0	120	320	630	730	305	1,6	
35-49 Jahre	64	0	120	290	630	750	279	1,6	
50-69 Jahre	61	0	146	300	530	770	304	1,5	

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Werte unterhalb Bestimmungsgrenze; 5, 50, 95 =Perzentile;
 MAX = Maximalwert; GM = geometrisches Mittel; sGM = Standardabweichung des geometrischen Mittels;
 Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt;
 * = Merkmal signif. (p<0,01)

Quelle: UBA, WaBoLu, Umwelt-Survey 1990/91, Bundesrepublik Deutschland

Tab. 10.13: Kaliumgehalt in den Duplikaten

	N	n<BG	mg/kg					GM	sGM
			5	50	95	MAX			
Gesamt	318	0	670	1060	1560	1960	1046	1,3	
Geschlecht									
Männer	137	0	700	1070	1540	1960	1057	1,3	
Frauen	181	0	630	1060	1580	1800	1039	1,4	
Geschlecht x Alter									
Männer									
25-34 Jahre	39	0	610	1020	1540	1580	1011	1,4	
35-49 Jahre	47	0	680	1020	1530	1960	1029	1,3	
50-69 Jahre	51	0	780	1130	1560	1750	1122	1,2	
Frauen									
25-34 Jahre	56	0	630	1070	1700	1800	1059	1,3	
35-49 Jahre	64	0	590	1060	1560	1670	1014	1,5	
50-69 Jahre	61	0	720	1060	1540	1640	1047	1,3	

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Werte unterhalb Bestimmungsgrenze; 5, 50, 95 = Perzentile;
 MAX = Maximalwert; GM = geometrisches Mittel; sGM = Standardabweichung des geometrischen Mittels;
 Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt;
 * = Merkmal signif. (p<0,01)

Quelle: UBA, WaBoLu, Umwelt-Survey 1990/91, Bundesrepublik Deutschland

Tab. 10.14: Natriumgehalt in den Duplikaten

	N	n<BG	mg/kg					GM	sGM
			5	50	95	MAX			
Gesamt	318	0	590	1200	1990	3060	1143	1,5	
Geschlecht									
Männer	137	0	670	1320	2000	2330	1245	1,4	
Frauen	181	0	530	1120	1990	3060	1072	1,5	
Geschlecht x Alter									
Männer									
25-34 Jahre	39	0	640	1310	2230	2330	1240	1,4	
35-49 Jahre	47	0	630	1230	1920	2040	1198	1,4	
50-69 Jahre	51	0	710	1370	1870	2100	1292	1,4	
Frauen									
25-34 Jahre	56	0	480	1130	2120	2320	1088	1,5	
35-49 Jahre	64	0	500	1190	1990	3060	1102	1,5	
50-69 Jahre	61	0	560	1070	1880	2260	1027	1,4	

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Werte unterhalb Bestimmungsgrenze; 5, 50, 95 = Perzentile;
 MAX = Maximalwert; GM = geometrisches Mittel; sGM = Standardabweichung des geometrischen Mittels;
 Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt;
 * = Merkmal signif. (p<0,01)

Quelle: UBA, WaBoLu, Umwelt-Survey 1990/91, Bundesrepublik Deutschland

Tab. 10.15: Magnesiumgehalt in den Duplikaten

	N	n<BG	mg/kg					GM	sGM
			5	50	95	MAX			
Gesamt	318	0	70	110	170	1680	110	1,4	
Geschlecht									
Männer	137	0	70	110	170	250	110	1,3	
Frauen	181	0	70	110	170	1680	111	1,5	
Geschlecht x Alter									
Männer									
25-34 Jahre	39	0	60	110	170	200	106	1,3	
35-49 Jahre	47	0	70	110	190	250	110	1,3	
50-69 Jahre	51	0	70	110	160	190	113	1,3	
Frauen									
25-34 Jahre	56	0	70	110	180	1680	112	1,6	
35-49 Jahre	64	0	70	110	170	470	111	1,4	
50-69 Jahre	61	0	70	110	190	370	109	1,4	

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Werte unterhalb Bestimmungsgrenze; 5, 50, 95 = Perzentile;
 MAX = Maximalwert; GM = geometrisches Mittel; sGM = Standardabweichung des geometrischen Mittels;
 Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt;
 * = Merkmal signif. (p<0,01)

Quelle: UBA, WaBoLu, Umwelt-Survey 1990/91, Bundesrepublik Deutschland

Tab. 10.16: Aluminiumgehalt in den Duplikaten

	N	n<BG	mg/kg		
			GM_all	GM_bg	MAX
Gesamt	318	297	1,61	4,38	21,7

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Anzahl Werte unter der Bestimmungsgrenze BG;
 GM_all = geometr. Mittel für gesamte Stichprobe; GM_bg = geometr. Mittel für Werte über der BG;
 MAX = Maximalwert; Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt

Quelle: UBA, WaBoLu, Umwelt-Survey 1990/91, Bundesrepublik Deutschland

Tab. 10.17: Eisengehalte in den Duplikaten

	N	n<BG	mg/kg					
			5	50	95	MAX	GM	sGM
Gesamt	318	0	1,6	2,9	7,0	24,9	3,07	1,56
Geschlecht								
Männer	137	0	1,7	3,1	8,4	24,9	3,28	1,62
Frauen	181	0	1,5	2,8	5,5	18,6	2,92	1,51
Geschlecht x Alter								
Männer								
25-34 Jahre	39	0	1,5	3,1	8,7	24,9	3,26	1,77
35-49 Jahre	47	0	1,6	3,0	7,5	11,5	3,16	1,57
50-69 Jahre	51	0	1,7	3,3	8,2	9,2	3,40	1,54
Frauen								
25-34 Jahre	56	0	1,6	2,9	5,6	8,7	3,00	1,46
35-49 Jahre	64	0	1,6	2,8	5,2	8,0	2,91	1,50
50-69 Jahre	61	0	1,4	2,7	5,7	18,6	2,85	1,56

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Werte unterhalb Bestimmungsgrenze; 5, 50, 95 = Perzentile;
 MAX = Maximalwert; GM = geometrisches Mittel; sGM = Standardabweichung des geometrischen Mittels;
 Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt;
 * = Merkmal signif. (p<0,01)

Quelle: UBA, WaBoLu, Umwelt-Survey 1990/91, Bundesrepublik Deutschland

Tab. 10.18: Mangangehalt in den Duplikaten

	N	n<BG	mg/kg					
			5	50	95	MAX	GM	sGM
Gesamt	318	0	0,6	1,3	2,7	4,3	1,30	1,60
Geschlecht								
Männer	137	0	0,7	1,3	2,7	4,3	1,36	1,56
Frauen	181	0	0,6	1,3	2,5	4,0	1,25	1,63
Geschlecht x Alter								
Männer								
25-34 Jahre	39	0	0,7	1,2	3,1	4,3	1,26	1,60
35-49 Jahre	47	0	0,6	1,3	2,8	3,8	1,34	1,60
50-69 Jahre	51	0	0,8	1,4	2,6	3,2	1,45	1,49
Frauen								
25-34 Jahre	56	0	0,5	1,3	2,4	2,7	1,24	1,59
35-49 Jahre	64	0	0,6	1,3	2,7	3,0	1,26	1,80
50-69 Jahre	61	0	0,6	1,3	2,3	4,0	1,25	1,49

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Werte unterhalb Bestimmungsgrenze; 5, 50, 95 = Perzentile;
 MAX = Maximalwert; GM = geometrisches Mittel; sGM = Standardabweichung des geometrischen Mittels;
 Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt;
 * = Merkmal signif. (p<0,01)

Quelle: UBA, WaBoLu, Umwelt-Survey 1990/91, Bundesrepublik Deutschland

Tab. 10.19: Nickelgehalt in den Duplikaten

	N	n<BG	mg/kg					GM	sGM
			5	50	95	MAX			
Gesamt	318	23	<0,002	0,037	0,090	0,282	0,031	2,97	
Geschlecht									
Männer	137	14	<0,002	0,036	0,089	0,282	0,028	3,41	
Frauen	181	9	0,002	0,037	0,095	0,237	0,033	2,63	
Geschlecht x Alter									
Männer									
25-34 Jahre	39	4	<0,002	0,042	0,095	0,119	0,028	3,50	
35-49 Jahre	47	7	<0,002	0,031	0,093	0,282	0,023	4,15	
50-69 Jahre	51	3	0,009	0,041	0,083	0,118	0,033	2,67	
Frauen									
25-34 Jahre	56	6	<0,002	0,038	0,103	0,237	0,029	3,51	
35-49 Jahre	64	2	0,010	0,037	0,090	0,148	0,034	2,28	
50-69 Jahre	61	1	0,013	0,038	0,100	0,148	0,037	2,20	

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Werte unterhalb Bestimmungsgrenze; 5, 50, 95 =Perzentile;
 MAX = Maximalwert; GM = geometrisches Mittel; sGM = Standardabweichung des geometrischen Mittels;
 Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt;
 * = Merkmal signif. (p<0,01)

Quelle: UBA, WaBoL.u. Umwelt-Survey 1990/91, Bundesrepublik Deutschland

Tab. 10.20: Zinkgehalt in den Duplikaten

	N	n<BG	mg/kg					GM	sGM
			5	50	95	MAX			
Gesamt	318	0	1,8	3,4	5,8	9,8	3,37	1,44	
Geschlecht									
Männer	137	0	2,0	3,7	5,7	7,7	3,53	1,40	
Frauen	181	0	1,7	3,2	5,8	9,8	3,25	1,47	
Geschlecht x Alter									
Männer									
25-34 Jahre	39	0	2,0	3,9	5,7	7,6	3,63	1,42	
35-49 Jahre	47	0	1,9	3,4	5,5	5,8	3,31	1,37	
50-69 Jahre	51	0	2,2	3,7	6,2	7,7	3,67	1,41	
Frauen									
25-34 Jahre	56	0	2,2	3,4	5,6	7,0	3,42	1,40	
35-49 Jahre	64	0	1,8	3,2	7,0	9,8	3,27	1,52	
50-69 Jahre	61	0	1,5	3,2	5,4	9,2	3,09	1,47	

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Werte unterhalb Bestimmungsgrenze; 5, 50, 95 =Perzentile;
 MAX = Maximalwert; GM = geometrisches Mittel; sGM = Standardabweichung des geometrischen Mittels;
 Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt;
 * = Merkmal signif. (p<0,01)

Quelle: UBA, WaBoL.u. Umwelt-Survey 1990/91, Bundesrepublik Deutschland

10.4: Merkblätter und Formulare zur Nahrungserhebung

Merkblatt zum Sammeln des Nahrungsduplikates

Merkblatt zum Ausfüllen des Ernährungsprotokolls

Beispiel eines 24h-Protokolls

Anleitung zum Sammeln einer Duplikatprobe für Interviewer

Informationen zum Diet History-Programm

Beispiel eines Diet History-Ausdrucks

Merkblatt zum Sammeln des Nahrungsduplikates

1. Allgemeines:

Es ist wichtig, daß Sie sowohl von den Mahlzeiten als auch von den anderen Lebensmitteln, die Sie essen und trinken immer die doppelte Ausführung bzw. Menge benötigen.

Die eine Ausführung ist die Portion, die Sie tatsächlich essen. Die andere Ausführung ist dazu da, um genau die gleichen Mengen abzupacken und einzufüllen, die Sie gegessen oder getrunken haben.

Reste, die Sie beim Essen übrig gelassen haben, lassen Sie auch bei der doppelten Ausführung weg. **Alles, was zwischendurch** gegessen und getrunken wird, ebenfalls genau aufschreiben und die entsprechend gleiche Menge sammeln und in die Sammelgefäße füllen. Als Sammeltag gilt der volle 24-Studentag.

2. Wie wird gesammelt?

- möglichst unverzügliches Abfüllen und Protokollieren nach der jeweiligen Mahlzeit
- getrenntes Abfüllen der Lebensmittel (mit Ausnahme der Flüssigkeiten) z.B. Schweinebraten in ein extra Gefäß, Soße in ein extra Gefäß, jede Beilage in ein extra Gefäß geben, etc.

In gleicher Weise sind auch die verschiedenen Brotbeläge getrennt zu sammeln, z.B. Butter extra, Honig extra, Wurst extra, Käse extra usw.

Brot bzw. Brötchen nicht mit Butter, Streichwurst usw. bestrichen sammeln!

- Sammeln der Lebensmittel in dem Zustand, in dem Sie gegessen wurden

z.B. Apfel	mit oder ohne Schale
	mit oder ohne Kernhaus
Wurst	mit oder ohne Haut
Fleisch	mit oder ohne Fettrand
Käse	mit oder ohne Rinde

bitte beachten: Fisch ohne Gräten (soweit möglich)
Geflügel ohne Knochen

- **Flüssigkeiten:** z.B. Kaffee, Tee, Milch, Saft, Wasser, Bier usw. werden zuerst mit dem Meßzylinder gemessen (1 Teilstrich = 5 ml), die Menge in ml in das Ernährungsprotokoll eingetragen und dann in die großen Sammelflaschen geschüttet. Wird z.B. der Inhalt ganzer Dosen/Flaschen von Bier oder anderen Getränken getrunken, stellen Sie das zweite Exemplar der gleichen Marke und Größe neben die Kühltasche.
- Wichtig: Alles, was in die Sammelflasche kommt, muß vorher mit dem Meßzylinder gemessen und mit dem Trichter in die Sammelflasche umgefüllt werden.
- Suppen nicht in die Getränke-Sammelflaschen füllen, sondern in ein extra Gefäß

3. Lagern und Transport

wichtig:

- Kühlelemente aus der Kühltasche nehmen und im Gefrierfach lagern
- sämtliche Deckel der Behälter gut verschließen
- Gefäße kühl lagern (entweder in den Kühlschrank stellen oder mit den gefrorenen Kühlelementen in der Kühltasche aufbewahren)

Vielen Dank!

Merkblatt zum Ausfüllen des Ernährungsprotokolls

Das Protokoll sollte möglichst bald nach den Mahlzeiten ausgefüllt werden. Die Eintragungen sollten mit Bleistift erfolgen und gut leserlich sein.

Tragen Sie in das Ernährungsprotokoll grundsätzlich **alles ein, was verzehrt wurde**, zuerst jedoch Wochentag und Datum vermerken.

In der Spalte "Uhrzeit" angeben, wann Sie eine Mahlzeit oder ein Getränk zu sich nehmen, z.B. 8.30 Uhr.

In der Spalte "Menge in Portionen" genaue Portion angeben:
z.B. "1 gehäufte Teelöffel"

In der Spalte "Genaue Bezeichnung der Lebensmittel" angeben:

- Speisen und Getränke (auch Wasser zur Einnahme von Medikamenten, Kaffee, Tee, Säfte, Süßstoff, etc.)
- Süßigkeiten und andere Kleinigkeiten zwischendurch
- Präparate zur Nahrungsergänzung, z.B. Vitamin-, Mineralstoff-, Aufbaupräparate, Stärkungsmittel.

Verwenden Sie bitte für jedes Lebensmittel eine eigene Zeile.

Geben Sie die Mengen in haushaltsüblichen Maßen an, z.B.:

1 Teelöffel gestrichen	(1 TL gestr.)
1 Teelöffel gehäuft	(1 TL geh.)
1 Eßlöffel gestrichen	(1 EL gestr.)
1 Eßlöffel gehäuft	(1 EL geh.)
1 Stück	(1 St.)
1 Scheibe	(1 Sch.)
1/2 Glas = ml	(1/2 Gl. = ml)
1 Tasse = ml	(1 Ta. = ml)
1 Flasche = l	(1 Fl. = l)
(Inhalt : 0,5 Liter	
0,7 Liter	
0,33 Liter)	

Bei außergewöhnlichen Portionsgrößen, z.B. 1 sehr großer Apfel, "Apfel groß" dazuschreiben.

Vermerken Sie bitte in der Spalte "Genaue Bezeichnung der Lebensmittel" immer den Zustand der Lebensmittel zum Zeitpunkt des Verzehrs und die Art der Zubereitung, z.B. gekocht, roh, gebraten, gedünstet, ...

L e b e n s m i t t e l g e n a u b e z e i c h n e n :

- Fleisch,
Geflügel,
Innereien: Bitte Angabe der Fleischart, z.B. Rindfleisch,
Schweinefleisch, Rinderleber, Brathähnchen usw.,
sowie der Zubereitungsart (natur, paniert, Folie,
gegrillt usw.). Bitte Angaben, ob mager, mittelfett
oder fett.
- Wurst: Bitte Angabe der Wurstsorte, z.B. 2 Sch. Salami, 1
Sch. Fleischwurst, 2 Sch. Gelbwurst, (Aufschnitt).
- Brot: Bitte Angabe der Brotsorte, z.B. Mischbrot, Voll-
kornbrot, Schwarzbrot, Knäckebrot, Toastbrot,
Semmeln usw.
- Kuchen,
Feingebäck: Bitte Angabe der Gebäckart, z.B. Obstkuchen, Nuß-
kuchen, Sahnetorte, Butterkekse, usw.
- Eier, Mehl: Bitte Angabe der Eier-Gewichtsklasse (z.B. 3 oder
4) sowie Mehl-Typenzahl (z.B. Weizenmehl Typ 405).
- Käse: Bitte Angabe der Sorte und des Fettgehalts, z.B. 1
Sch. Gouda 45 % Fett i.Tr.
- Milch: Bitte Angabe der Sorte und des Fettgehalts, z.B.
Frischmilch 3,5 % Fett.
- Quark,
Joghurt,
Sahne usw.: Bitte Angabe der Art und des Fettgehalts, z.B. 150
g Fruchtjoghurt 3,5 % Fett; 1 EL Süßrahm 30 %
Fett.
- Speiseöl,
Margarine: Bitte Angabe der Marke, z.B. becel, Rama, Flora
soft usw.
- Obst,
Gemüse: Bitte Angabe der Arten, z.B. Bohnen, Erbsen, Gelbe
Rüben, Kopfsalat, Äpfel, Bananen usw.
Wichtig: Angabe, ob Frischware, Konserve, Tiefkühl-
kost (TK), Trockenprodukt; ob gewaschen, geschält,
mit/ohne Kernhaus usw..
- Getränke: Bitte Angabe der Getränkeart, z.B. Orangensaft,
Vielfrucht-Nektar, Schwarztee, Bohnenkaffee,
Tomatensaft, Limonade (kalorienarm) Weißbier, usw..
Bitte Angabe des Alkoholgehalts (Volumenprozent)
bei Spirituosen, (Weinbrand, Obstschnaps usw.).
Bitte Angabe des Flascheninhalts, z.B. 0,5 Liter
oder 0,7 Liter.
Bei "weißem" Kaffee bitte Angabe über Menge und
Art der zugegebenen Milch, z.B. 1 EL Vollmilch, 1
TL Kondensmilch (10 % Fett).
- Zusammen-
gesetzte
Speisen: Notieren Sie bei Gerichten (z.B. Eintopf, Kuchen)
die Art und Mengen aller Zutaten (Wasser, Salz,
Mehl, Sahne etc.) bei der Zubereitung.
Erfassen Sie auch die Verwendung von Küchen-
kräutern, Gewürzen und Gewürzmischungen mit den
zutreffenden Mengenangaben (1 Prise, 1/2 TL etc.).
Besonders die Verwendung von Kochsalz bei der Zu-

bereitung von Speisen und das Nachsalzen von verschiedenen Lebensmitteln (Tomaten, Rettich, Eiern usw.) bei Tisch ist wichtig!

Belegte Brote: Bitte Menge und Art des Belags angeben, z.B. eine Scheibe Mischbrot mit Butter und zwei Scheiben Schinkenwurst.

Zur besseren Veranschaulichung liegt diesem Merkblatt ein Musterbeispiel für ein ausgefülltes Ernährungsprotokoll bei.

Fügen Sie bitte das vollständige Ernährungsprotokoll (1 Blatt oder mehrere Blätter) der Sammelbox bei. Das Merkblatt sowie das Protokollbeispiel verbleibt bei Ihnen.

Bitte ändern Sie während des Zeitraums, in dem Sie das Protokoll führen, Ihre normalen EBgewohnheiten nicht!

Vielen Dank!

Bitte nicht mit Bleistift schreiben!

369004

ERNÄHRUNGSPROTOKOLL

Eingangs-Etikett :

900051

Seite 1

Interviewer-Nummer:

49

Wochentag: (Sammeltag) Montag	Datum: 26.8.91
---	-----------------------

Diese Spalten bitte freilassen:

Beispiel

Uhrzeit	Menge (in Portionen)	Genau Bezeichnung der Lebensmittel bzw. Speisen und Getränke	* Menge g	** Gefäß Nr.
12.30	2 EL	polierter Reis (gekocht)		
7.10	250 ml	Tee aus: ^{Helisse, Hagebutte, 20 g.} Fenchel Kümmel 5 Teilen	10355	1
8.00	250 ml	" "		1
7.00	1 1/2 Sch	Mischbrot	54,6	2
	1 TL	Butter	6,4	3
	1 TL	Mahonie-Anf.-Gelee	17,0	4
	1/2 TL	Streichwurst	3,8	5
	150 ml	Cappuccino		1
	50 ml	Vollmilch 3,9% Fett		1
12.00	1 große	Höhre roh	59,8	6
	1 mittl.-gr.	Anf. geschält o. Kerngeh.	151,8	7
15.00	155 ml	Mineralwasser		1
16.45	1 Bech. 150g	Sahnejoghurt	151,8	8
	1 St.	Koks	6,5	9
	1 St.	Mizantkugel	21,2	10
	5 St.	Katjes Katzenpfötchen	11,6	11

Mengenangaben/Abkürzungen:

Teelöffel = TL Tasse = Ta = ml Stück = St
 Eßlöffel = EL Glas = Gl = ml Prise = Pr
 Scheibe = Sch Flasche = Fl

* im Labor gewägt

** vom Interviewer eingetragen

Anleitung zum Sammeln für Duplikatmethode für Interviewer

1. Aushändigen der schriftlichen Anleitung,
Aushändigen der Protokollblätter und
Ausgeben der Sammelgefäße.
2. Vorstellen der Sammelgefäße
Erläuterung des Gebrauchs der Sammelgefäße
Erklärung der Handhabung (z.B. Meßzylinder)
3. Veranschaulichung der Sammelmethode (Modell des Zwilling's)
Erwähnen, daß Zusatzaufwendungen beim Sammeln ersetzt werden.
4. Zum Protokoll:
 - Vorstellen des Protokollblattes,
Erläuterungen zum Ausfüllen des Protokollblattes

5. Zum Abholen:

Kontrolle des Protokollblattes

Vergleich zwischen Aufgeschriebenem, Abgefülltem und
Gesammeltem.

Fehlendes ergänzen, Daten evtl. ergänzen bzw. verbessern.
(evtl. Nachkaufen vor Ort!)

Aufkleben der Nettonummern auf alle Gefäße und entsprechend
anhand des Protokolls durchnummerieren.

Kontrollieren, ob Behälter gut verschlossen sind und
auslaufsicher in Küheltasche legen/stellen.

Inhalte von Flaschen/Dosen etc., die noch originalverpackt
sind, in die Sammelflaschen umfüllen (keine Flaschen oder Dosen
etc. einfrieren!).

Aufpassen, daß keine originalverpackten Getränke o.a.
Lebensmittel im Kühlschrank zurückbleiben. Evtl. in zusätz-
liche Flüssigkeitsbehälter umfüllen und entsprechend be-
schriften.

Joghurt, Puddingbecher u.ä. vor dem Einfrieren zusätzlich in
Tiefkühlbeutel verpacken.

Kontrollieren, ob Kühlelemente gefroren vorhanden sind
(vorsichtshalber immer einen Satz vorgefrorene Elemente zum
Einsammeln mitbringen!).

Für den Interviewer

Ungenaue Lebensmittelbezeichnung

Standardlebensmittel

Getränke	
- Fruchtsaft (ohne Angabe der Sorte)	Fruchtnektar
- Milch	Kuhmilch, Vollmilch
- Tee	Tee schwarz (Getränk)
- Kaffee	Bohnenkaffee
- Wein	Weißwein
Brot	Misch-/Graubrot
Kuchen	Obstkuchen
Torte	Cremetorte
Mehl	Weizenmehl
Stärke	Weizenstärke
Nudeln	
- gekocht	Frischteigwaren, gegart
Öl	pflanzliche Öle, Linolsäure 50 %
Fett	- pflanzliche Fette - tierische Fette
Käse	Schnittkäse
Wurst	Rohwurst
Fleisch	Schwein, Fleisch, frisch, mittelfett
Gulasch	Rind Gulasch, frisch (mf) gegart o.o.A.
Schinken	Schwein, Schinken, roh geräuchert
Fisch	Schellfisch, frisch gegart
Gemüse	Gemüsemischung
Pilze	Champignons
Obst	Obstmischung
Suppe	Suppe klar

Für den Interviewer

Die häufigsten Fehlerarten:

GERICHTE Zutaten

Es fehlen Zutaten oder einzelne Lebensmittel, z.B. Bratfett, Brotaufstrich, Gewürze

MENGEN

- Mengenbezeichnung fehlt
- Eine Angabe in Gramm wurde offensichtlich geschätzt, z.B. bei Außer-Haus-Verzehr oder häufig auftretende "runde" Zahlen (100 g, 200 g usw.)
- Unrealistische Angaben
- Es fehlt die Angabe:
gehäuft/gestrichen bei TL, EL (wenn beide Möglichkeiten sinnvoll), klein, mittel, groß bei Stück

LEBENSMITTEL- BEZEICHNUNGEN

- Angaben zu Fett-, Alkohol- oder Fruchtsaftgehalt fehlen
- Lebensmittel werden nicht nach Art/Sorte/Produktname möglichst genau beschrieben
- Angaben zu Art der Zubereitung fehlen

D I E T H I S T O R Y P R O G R A M M

Institut für Sozialmedizin und Epidemiologie
des Bundesgesundheitsamtes in Zusammenarbeit mit der Firma
Dato Denkwerkzeuge, Wien
General-Pape-Str. 62-66; D-1000 Berlin 42

Für weitere Informationen:
Frau E. Hermann-Kunz, Tel.: 030/78007218
Fax.: 030/78007109

Diet-History

Das Programm Diet History ist ein menügesteuertes Softwarepaket zur Erhebung typischer Verzehrsgewohnheiten. Es ist so konzipiert, daß es als Dialog zwischen Interviewer und Interviewpartner auf der einen Seite und dem Computer auf der anderen Seite abläuft. Erfragt werden in konzentrierter Form die üblichen Ernährungsgewohnheiten. Die Fragen werden mahlzeitenorientiert gestellt, da so die verzehrten Lebensmittel besser erinnert werden und insbesondere die verzehrten Mengen besser abzuschätzen sind.

Struktur des Interviews

Das Interview besteht im wesentlichen aus drei Blöcken:

- Persönliche Daten
Name, Alter Größe und Gewicht des Probanden
- Mahlzeiten
Erfragt werden die Häufigkeiten, mit denen die einzelnen Mahlzeiten verzehrt werden. Abhängig von den Antworten werden anschließend nur für die angegebenen Mahlzeiten Fragen zum Lebensmittel- und Getränkekonsum gestellt.
- Nachspann
Zur Plausibilitätskontrolle erscheinen im Nachspann noch einige Fragen zum Verzehr ausgewählter Lebensmittel.

Fragen zum Lebensmittel- und Getränkekonsum

Alle Fragen zum Lebensmittel- und Getränkekonsum sind hierarchisch aufgebaut. Zuerst wird grob nach der Art der verzehrten Speisen gefragt, z.B. Fleisch-, Fisch-, Eier- und Käsegerichte, anschließend erscheinen für die angegebenen Gerichte detailliertere Fragen (s. Anlage 1). Falls Lebensmittel angegeben werden, die nicht in der vorgesehenen Bildschirmmaske aufgeführt werden, bietet das Programm die Möglichkeit, Lebensmittel direkt aus dem integrierten Bundeslebensmittelschlüssel (BLS) zu wählen.

Schätzung der verzehrten Mengen

Das Diet History Programm bietet drei Möglichkeiten zur Mengenangabe:

- Direkte Angabe in ml oder Gramm
Erfahrungsgemäß können die meisten Menschen keine genauen Angaben zur Verzehrsmenge bestimmter Lebensmittel machen, deshalb ist die direkte Mengenangabe nur zu empfehlen, wenn die Lebensmittel entweder ausgewogen werden oder die Mengenangaben auf der Lebensmittelverpackung verwendet werden können.
- Angabe von üblichen Portionsgrößen
Im Programm sind für alle Lebensmittel übliche Portionsgrößen abgespeichert, die mit den Buchstaben m (mittel), k (klein = 70 % der mittleren Portion) und g (groß = 130 % der mittleren Portion) ausgewählt werden können.
Bei allen Lebensmitteln, die normalerweise im Stück gegessen werden (z.B. Apfel, Banane, Eier) liefert diese Form der Mengenschätzung gute Ergebnisse.
- Mengenschätzung anhand von Mustergeschirr
Neben den o.g. Portionsgrößen sind im Programm lebensmittel spezifisch übliche Haushaltsmaße gespeichert (z.B. Teelöffel, Eßlöffel, Teller, Tasse, unterschiedlich große Schüsseln).
Anhand des Mustergeschirrs ist bei den meisten Lebensmitteln auf einfache Art und Weise eine ausreichend genaue Mengenschätzung möglich.

INTERVIEWERANLEITUNG FÜR DIET HISTORY

G.B.M. Mensink, H. Karst

Das Programm *Diet History* ist ein menügesteuertes Softwarepaket. Die auf dem Bildschirm erscheinenden Texte und Masken sind so konzipiert, daß sich das Programm in großem Maße selbst erklärt und auch ohne InterviewerInnenhilfe durchzuführen ist. Für epidemiologische Studien sollten aber geschulte InterviewerInnen eingesetzt werden. Diese Kurzanleitung dient dem schnellen Einstieg der InterviewerInnen in das Softwarepaket und enthält zusätzlich Informationen zur Sicherstellung einer einheitlichen Präsentation. Eine detailliertere Dokumentation der Zusatzprogramme und der internen Struktur ist in der *Dokumentation und Bedienungsanleitung für das Programm Diet History* von Maierhofer & Wulz enthalten.

Aufruf:

Nach Aufruf des Programms mit DH <Enter> erscheint die Hilfsprogramm-Maske. Durch erneutes Betätigen der <Enter>-Taste wird das eigentliche Interviewprogramm aufgerufen. Es erscheint die Einleitungsmaske, die nach Betätigen einer beliebigen Taste wieder verschwindet. Nach der darauf folgenden Informationsmaske fängt das eigentliche Interview an.

Die InterviewerInnen sollten bei den ersten Befragungen alle Masken gut durchlesen und auf alle Angaben (auch im untersten Bereich) achten.

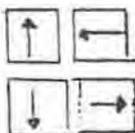
Bedienung:

Die wichtigsten Bedienungstasten werden hier beschrieben:



Die <Enter>- oder <return>-Taste

Sie wird hier als Bestätigung der Eingaben benutzt, um in die nächste Maske zu gelangen. Auch können hiermit Felder, die unausgefüllt bleiben dürfen, übergangen werden.



Die Cursortasten dienen der Bewegung innerhalb einer Maske.

Allgemeine Hilfen

Gemeint sind Erläuterungen, die an bestimmten Stellen des Bildschirms immer wiederkehren.

Unterer Bildschirmrand:

- F1 Die Betätigung dieser Taste ruft eine Hilfsmaske auf für die aktuelle Befragungsmaske.

- F3 Mit dieser Taste ist ein direkter Zugriff auf den BLS möglich. Das heißt, es erscheint ein Fenster, in dem man alle im BLS vorhandenen Lebensmittel auswählen kann. Diese Taste sollte aber möglichst wenig benutzt werden, da die am häufigsten konsumierten Lebensmittel in der Regel in einer späteren Maske erscheinen. Jede überflüssige Betätigung der F3-Taste führt zu einer unnötigen Verlängerung der Interviewzeit.

- F5 Diese Taste kann immer aufgerufen werden, außer wenn man sich in einer Mengenangabe-Maske befindet. Sie verschafft einen Überblick über die bis dahin eingetragenen Lebensmittel innerhalb einer bestimmten Mahlzeit. Die durch diese Taste aufgerufene Maske er-

scheint außerdem am Ende jeder Mahlzeit zur Kontrolle. Durch Betätigen der <Enter>-Taste kann eine bestimmte Angabe geändert werden. Bei Änderungen in diesem Übersichts-menü sollte man Vorsicht walten lassen. Ein absichtliches Löschen von einem Lebensmittel wird über eine Mengenangabe von "0" erreicht. Mit der <Ins>-Taste ist es hier auch möglich, ein Lebensmittel hinzuzufügen.

Pg Up Diese Taste dient zum Zurückblättern, um bereits vorgenommene Eintragungen zu verändern. **Beim normalen Ablauf eines Interviews sollte sie möglichst nicht benutzt werden**, da oftmals nicht auf das vorherige Fragemenü, sondern auf die vorangegangene Interviewebene zurückgesetzt wird. Das bedeutet, daß man sich an einer viel früheren Stelle des Interviews wiederfindet, als man beabsichtigt hat, und nicht zum Ausgangspunkt zurückfindet.

Pg Dn Diese Taste können Sie immer dann benutzen, wenn Sie zur nächsten Frage springen wollen. Sie brauchen also nicht mit der <Enter>- oder Cursor-Taste alle weiteren Antwortmöglichkeiten bis zum Ende durchzugehen.

Im unteren Bildschirmteil wird außerdem angezeigt, welche Variante welcher Mahlzeit gerade gefragt ist. Diese Kommentare dienen nur zur Orientierung.

Maskentypen

Das Interview **Diet History** läuft als Dialog zwischen Ihnen und dem Interviewpartner auf der einen Seite und dem Computer auf der anderen Seite ab. Auf dem Bildschirm erscheinen, abhängig von Ihren vorherigen Angaben, in einer bestimmten Folge Masken. Sie können Informationen oder Fragen enthalten und lassen sich fünf Typen zuordnen:

- Textmasken: Es wird nur eine Information gegeben und keine Antwort verlangt. Man drückt auf eine beliebige Taste um fortzufahren.
- Eingabemasken: Cursor blinkt an der Stelle, wo ein Wort (z.B. Name) oder eine Zahl (z.B. Körpergewicht) eingegeben werden muß. Diese Masken können nicht übergangen werden ohne plausible Eingabe.
- Ankreuzmasken: Hier können verschiedene Möglichkeiten angekreuzt werden, manchmal mehrere gleichzeitig, in anderen Fällen wird nur eine zugelassen. Jeder Buchstabe kann verwendet werden, es entsteht immer ein X.
Beispiel: Ankreuzen der Mahlzeiten. Dies ist ein sehr wichtiger Punkt im Interview. Nur die angekreuzten Mahlzeiten werden später wieder aufgegriffen.
- Häufigkeitsmasken: Sie unterscheiden sich von den vorhergehenden Masken dadurch, daß Sie zwischen verschiedenen Möglichkeiten wählen müssen. Sie dürfen aber nur die angezeigten Buchstaben benutzen (T, H, G, S bzw. Ü, M, K). Eine andere Häufigkeitsmaske verlangt die Angabe der Ziffern von 1 bis 7. Häufigkeitsmasken erscheinen immer wieder, zu jeder Mahlzeit und bei jeder angekreuzten Lebensmittelgruppe.

Mengenmasken:

Sie stehen immer am Ende einer Fragenfolge und erfassen die Quantität jedes einzelnen Lebensmittelverzehr. Sie haben immer zwei Möglichkeiten, zu einer möglichst guten Mengenschätzung zu kommen: Entweder Sie kennen den Zahlenwert in Gramm oder Milliliter und geben diesen direkt ein oder Sie können die Häufigkeiten des Verzehr und die entsprechenden Portionsgrößen wählen (M, K, G). Im zweiten Fall erscheint nach der Eintragung der Portionsgröße und -anzahl auch die dafür gültige Menge in Gramm auf dem Bildschirm. Die **Angabe in Portionsgrößen** ist zu bevorzugen, da die meisten Probanden keine genauen Grammangaben machen können. Darum wird in dieser Maske die Mengenangabe unterdrückt, wenn zusätzlich die Portionsangabe gemacht wird.

Manchmal wird für eine ganze Gruppe von angekreuzten Lebensmitteln nur einmal die Menge erfragt. Sie sollen dann angeben, wieviel von allen diesen Lebensmitteln Sie, bzw. Ihr Interviewpartner, *im Durchschnitt* verzehren, und zwar bei *einer Mahlzeit*.

Beispiel: Sie wissen, daß einmal in der Woche 100 g Fleischwurst gegessen werden, zweimal je 55 g Blutwurst und dreimal je 20 g Schinken. Als geforderte Durchschnittsmenge für Wurst müßten Sie $270 \text{ g} : 6 = 45$ eingeben. Das Programm berücksichtigt die vorher erfragten Häufigkeiten, um die durchschnittliche Ver-

zehrsmenge je Wurstsorte zu berechnen. Das heißt, für das o.g. Beispiel wird der entsprechende Faktor für die angegebene Häufigkeit eingesetzt, mit der angegebenen Durchschnittsmenge (hier 45 g) multipliziert und durch 7 dividiert.

Zum Schluß müssen Sie immer die Vollständigkeit und Richtigkeit aller gemachten Eintragungen dieser Maske bestätigen (durch "J" oder mit der Cursor-Taste auf Ja und dann <Enter>). Erst in diesem Moment werden quantitative Daten gespeichert. Sagen Sie "N" (Nein), so haben Sie die Möglichkeit, die ganze Maske noch einmal zu korrigieren.

Einblenden einer Sortenliste: Das geschieht, wenn Sie z.B. "sonstiges Gemüse" angekreuzt haben. Diese Liste können Sie durch Halten einer der Cursor-tasten in beiden Richtungen schnell durchlaufen lassen. Die gesuchte Sorte wird mit dem Balken markiert und mit <Enter> bestätigt. Hierauf folgt dann eine Mengenmaske, die Sie ausfüllen müssen. Die Suche nach einer bestimmten Gemüseart können Sie durch Drücken des Anfangsbuchstabens der fraglichen Sorte beschleunigen.

Das Interview

Für Studienzwecke sollte statt des Namens die Probandennummer eingetragen werden (Verknüpfung der Daten). Während des Interviews sollte eine Liste mit den mittleren Portionsgrö-

Ben (s. Anhang) unbedingt neben dem Computer liegen. Außerdem sollte ein Set mit den entsprechenden Portionsvorgaben (bzw.-behältern) bereitliegen. Auf die Angabe in Portionsgrößen sollte soviel wie möglich zurückgegriffen werden, außer wenn der Proband sichere Angaben in Gramm oder Milliliter machen kann (was meistens nicht der Fall sein wird).

Hierbei sollten dann vor allem am Anfang eines jeden Interviews die Vorlagen gezeigt werden, damit der Proband ein Gefühl für deren Größe bekommt. Die Angaben K (für klein = 70 %), M (für mittel = 100 %) und G (für groß = 130 %) werden normalerweise benutzt für Lebensmittel, die im Stück gegessen werden (Apfel, Kiwi, Eier). Diese Buchstaben können aber auch verwendet werden, um die Standardportionsgrößen zu korrigieren, z.B. KS1 ergibt eine kleinere Schüssel als S1 = 140 ml.

In der Mengenangabemaske erscheint ein Hinweis, ob diese Frage für die gesamte Lebensmittelgruppe gilt oder ob die Frage für die einzelne Sorte gestellt ist. Für eine Abfrage der gesamten Gruppe gilt: Es sollen die durchschnittlichen Mengen von allen angekreuzten Möglichkeiten angegeben werden.

Zur Architektur des Interviews

Nach einiger Übung ist der Zeitbedarf etwa eine Stunde pro Interview. Dabei ist darauf zu achten, daß beim Frühstück die Fragen zügig beantwortet werden, da sonst die Gefahr besteht, daß das Frühstück im Vergleich zu den anderen Mahlzeiten überproportional genau wird.

Bei allen Fragen, ob nach Mahlzeiten, Gerichten oder einzelnen Lebensmitteln wird zunächst erfragt, ob diese überhaupt vorkommen (ankreuzen), danach die Häufigkeit des Vorkommens (T, H, G oder S bzw. Ü, M, K) und schließlich (bei

einzelnen Lebensmitteln) die konkreten Mengen (g, ml oder Portionsgröße und -anzahl).

Entscheidend für die Güte und Genauigkeit des Interviewergebnisses ist die richtige und programmgerechte Wahl der Häufigkeiten. Das gilt besonders dann, wenn eine sehr reiche Palette von Speisen mitgeteilt wird. Was geschieht zum Beispiel, wenn Sie von fünf verschiedenen Mittagsgerichten, die Ihnen Ihr Interviewpartner nennt, zwei mit "H" und drei mit "G" charakterisieren? Hierzu müssen Sie immer im Auge behalten, daß das Programm Diet History stereotyp mit folgenden Faktoren arbeitet:

T = 7 x (pro Woche)
H = 3 x " "
G = 1 x " "
S = 0,5 x " "

Jeder Faktor wird durch 7 geteilt, und so kommt am Ende der durchschnittliche Tagesverzehr heraus. Der kann aber nur stimmen, wenn in der Regel die Summe der von Ihnen vergebenen Faktoren innerhalb einer Häufigkeitsmaske wirklich 7 beträgt.

In unserem Beispiel (2 x "H", 3 x "G") würde aber (2 x 3) + (3 x 1), also 9, herauskommen. Damit wäre die Quantität der am Ende ausgewiesenen Energie- und Nährstoffmengen um 2/7 zu hoch, es sei denn, Ihr Interviewpartner hätte wirklich an zwei Tagen in der Woche doppelt zu Mittag gegessen. Falls so etwas auftritt, sollten Sie noch einmal ausdrücklich fragen, ob diese Angaben auch wirklich stimmen.

Kleine, aber wichtige Hinweise für die InterviewerInnen

- Wegen des direkten Zugriffs auf den BLS enthalten die Lebensmittel manchmal den Zusatz "frisch". Hiermit ist ge-

meint "roh". Frisch gegart ist in diesem Sinne "roh eingekauft und dann gegart".

- Vor Beginn der Studie sollte jedes Gerät eine eigene Codenummer bekommen (s. Bedienungsanleitung), um eine spätere Verknüpfung mit einer Datenbank zu erleichtern.
- Achten Sie bitte selber auch auf die Plausibilität der Angaben und fragen im Zweifel noch einmal nach, ob es wirklich richtig ist.
- Nach der Anzahl der Kaffeetassen wird am Ende des Interviews nochmals gefragt. Die Menge sollte am Anfang eines jeden Interviews vermerkt werden.
- Es sollte mehrmals während des Interviews darauf hingewiesen werden, daß die Befragung nur die letzten drei Monate betrifft, um Ausweitungen wie "... aber im vorigen Sommer aß ich auch manchmal ..." zu vermeiden.

DIET-HISTORY (1) - ERGEBNIS

von Frau S

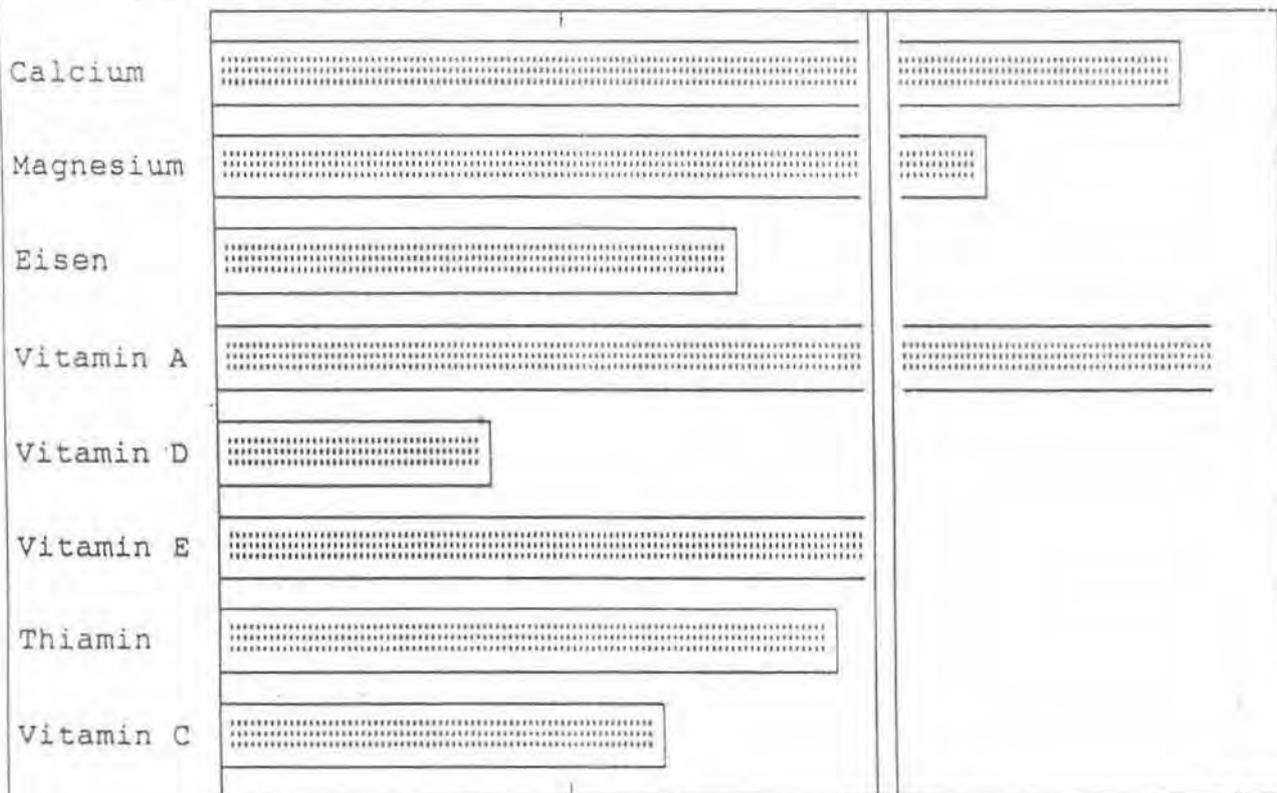
Vielen Dank für Ihre Geduld bei der Beantwortung der Fragen. Ihre Angaben wurden mit dem BLS II.1 (2) ausgewertet und mit den Empfehlungen für die Nährstoffzufuhr von der Deutschen Gesellschaft für Ernährung verglichen.

1. Vergleich Ihrer VITAMIN- und MINERALSTOFFaufnahme mit den Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Ernährung

weibl. Person, 45 Jahre,

Nährstoff	Empfehlung pro Tag (absolut)	Aufnahme (absolut)	(% d. Empf.)	für einen ganzen Tag wäre dies
Calcium (mg)	800	1191	149	
Magnesium (mg)	300	351	117	
Eisen (mg)	18	14	78	
Vitamin A (mg)	1	2	216	
Vitamin D (µg)	5	2	39	sehr wenig
Vitamin E (mg)	12	12	102	
Thiamin (mg)	1	1	95	
Vitamin C (mg)	75	50	67	wenig

% der Empfehlung 50% 100%=SOLL 150%



1: Ein Programm des Instituts für Epidemiologie, Prävention und Sozialmedizin im Bundesgesundheitsamt und dato Denkwerkzeuge, Wien

2: Bundeslebensmittelschlüssel Version II.1

von Frau S

Nun wird Ihre FETTAufnahme dargestellt und mit den Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Ernährung verglichen:

	Empfehlung pro Tag (absolut)	Aufnahme (absolut) (% d. Empf.)	für einen ganzen Tag wäre dies
Energie kcal	2000	2219	111
Fett gesamt (g)	72	111	155
Fettsäuren (g)			
gesättigte		52	
ungesättigte			
einfach		32	
mehrfach		16	
P/S Quotient		0.3	
Cholesterin (mg)	300	360	120

Insgesamt nehmen Sie 46 % Ihrer Gesamtenergie in Form von Fetten auf.

Nach den Empfehlungen der DGE sollte der Anteil des aufgenommenen Fettes an der Gesamtenergie nicht mehr als 30% betragen.

KOHLLENHYDRATAUFNAHME: Ihre Kohlenhydrataufnahme entspricht 39 % Ihrer Energieaufnahme. Nach den Empfehlungen der DGE sollte die Kohlenhydrataufnahme mehr als 50% der Energieaufnahme entsprechen.

ALKOHOL: Sie nehmen 1 % Ihrer Gesamtenergie in Form von Alkohol zu sich.

Zuletzt möchten wir darstellen, welche Lebensmittel bei Ihrer persönlichen Verzehrsgewohnheit die Hauptquellen von bestimmten Nährstoffen sind:

Energie (kcal)	absolut	% der Zufuhr
Sauerrahmbutter	384	17 %
Schnittkäse	377	17 %
Vollkornbrot mit Ölsamen	161	7 %
Graubrot mit Ölsamen	151	7 %
Pflanzliche Öle Linolsäure 30% - 60%	119	5 %
Der Verzehr dieser Lebensmittel liefert		60% Ihres Bedarfs.

Fett (g)	absolut	% der Zufuhr
Sauerrahmbutter	41	37 %
Schnittkäse	26	24 %
Pflanzliche Öle Linolsäure 30% - 60%	13	12 %
Omelett	5	5 %
Kartoffeln gegart	3	3 %
Der Verzehr dieser Lebensmittel liefert		123% Ihres Bedarfs.

von Frau S

Fortsetzung der Darstellung, welche Lebensmittel bei Ihrer persönlichen Verzehrsgewohnheit die Hauptquellen von bestimmten Nährstoffen sind:

gesättigte Fettsäuren (g)	absolut	% der Zufuhr
Sauerrahmbutter	25	48 %
Schnittkäse	16	30 %
Omelett	2	5 %
Pflanzliche Öle Linolsäure 30% - 60%	2	4 %
Salami	1	2 %

mehrfach ungesättigte Fettsäuren (g):	absolut	% der Zufuhr
Pflanzliche Öle Linolsäure 30% - 60%	5	34 %
Kartoffeln gegart	2	10 %
Sauerrahmbutter	2	10 %
Vollkornbrot mit Ölsamen	1	7 %
Schnittkäse	1	6 %

Cholesterin (mg):	absolut	% der Zufuhr
Sauerrahmbutter	120	33 %
Omelett	90	25 %
Schnittkäse	60	17 %
Schwein Leber frisch	36	10 %
Salami	10	3 %
Der Verzehr dieser Lebensmittel liefert	105%	Ihres Bedarfs.

Ballaststoffe (mg):	absolut	% der Zufuhr
Graubrot mit Ölsamen	5618	23 %
Knäckebrötchen mit Ölsamenzutaten	4512	19 %
Vollkornbrot mit Ölsamen	3346	14 %
Kartoffeln gegart	1786	7 %
Vollkornbrote	1560	6 %

Calcium (mg):	absolut	% der Zufuhr
Schnittkäse	865	73 %
Kaffee mit Milch (Getränk)	55	5 %
Vollkornbrot mit Ölsamen	38	3 %
Omelett	37	3 %
Graubrot mit Ölsamen	25	2 %
Der Verzehr dieser Lebensmittel liefert	127%	Ihres Bedarfs.

Eisen (mg):	absolut	% der Zufuhr
Schwein Leber frisch	2357	17 %
Vollkornbrot mit Ölsamen	2004	14 %
Kartoffeln gegart	1592	11 %
Graubrot mit Ölsamen	1419	10 %
Knäckebrötchen mit Ölsamenzutaten	797	6 %
Der Verzehr dieser Lebensmittel liefert	45%	Ihres Bedarfs.

von Frau S

Fortsetzung der Darstellung, welche Lebensmittel bei Ihrer persönlichen Verzehrsgewohnheit die Hauptquellen von bestimmten Nährstoffen sind:

Vitamin D (μg):	absolut	% der Zufuhr
Schnittkäse	1	38 %
Omelett	1	28 %
Sauerrahmbutter	1	25 %
Schwein Leber frisch	0	6 %
Weichkäse	0	1 %
Der Verzehr dieser Lebensmittel liefert		39% Ihres Bedarfs.

Vitamin A (mg):	absolut	% der Zufuhr
Schwein Leber frisch	965	56 %
Sauerrahmbutter	334	19 %
Schnittkäse	253	15 %
Omelett	78	5 %
Schwein Fleisch frisch	40	2 %
Der Verzehr dieser Lebensmittel liefert		209% Ihres Bedarfs.

Vitamin E (mg):	absolut	% der Zufuhr
Pflanzliche Öle Linolsäure 30% - 60%	5492	45 %
Sauerrahmbutter	1400	11 %
Salat gemischt (6)	779	6 %
Risotto (2)	508	4 %
Kartoffeln gegart	507	4 %
Der Verzehr dieser Lebensmittel liefert		72% Ihres Bedarfs.

Thiamin (mg):	absolut	% der Zufuhr
Vollkornbrot mit Ölsamen	125	12 %
Schwein Fleisch frisch	108	10 %
Graubrot mit Ölsamen	106	10 %
Knäckebrötchen mit Ölsamenzutaten	81	8 %
Salami	74	7 %
Der Verzehr dieser Lebensmittel liefert		45% Ihres Bedarfs.

Vitamin C (mg):	absolut	% der Zufuhr
Salami	14	29 %
Fleischwurst/Stadtwurst	10	20 %
Kartoffeln gegart	10	19 %
Salat gemischt (6)	6	12 %
Orange Fruchtsaft	3	7 %
Der Verzehr dieser Lebensmittel liefert		58% Ihres Bedarfs.