



Umwelt-Survey 1998

Band IV

Trinkwasser

**Elementgehalte in Stagnations-
proben des häuslichen Trinkwassers
der Bevölkerung in Deutschland**

von

**K. Becker, S. Kaus, D. Helm,
C. Krause, E. Meyer,
C. Schulz, M. Seiwert,**

Die diesem Berichtsband zugrunde liegenden Arbeiten wurden im Rahmen des vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit geförderten Forschungsvorhabens "Umwelt-Survey in der Bundesrepublik Deutschland 1998" (F + E-Vorhaben 298 61 508) durchgeführt.

Diese WaBoLu-Veröffentlichung kann bezogen werden bei
Vorauszahlung von 15,- DM (7,67 Euro)
durch Post- bzw. Banküberweisung,
Verrechnungsscheck oder Zahlkarte auf das

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

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

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

Redaktion: Fachgebiet II 1.4 (K)
Susanne Kraus

Berlin, August 2001

Durchführung: Umweltbundesamt, Corrensplatz 1, 14195 Berlin,
Robert Koch-Institut - Bundesinstitut für Infektionskrankheiten
und nicht übertragbare Krankheiten -,
I + G Gesundheitsforschung, München

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

Projektleitung: Dr. C. Krause / C. Schulz

Berichtersteller: K. Becker, S. Kaus, D. Helm, C. Krause, E. Meyer, C. Schulz,
M. Seiwert

unter weiterer Mitarbeit von: V. Aglaster, I. Enning, H.-J. Grummt, K. Hoffmann, C. Kopplin,
U. Kortwich, C. Lusansky, C. Woodgett, Feldteams der Gesundheits-
Surveys, I + G Gesundheitsforschung München

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

Vorwort

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

Die Darstellung des umfangreichen Datenmaterials erfolgt in der Form von Berichtsbänden.

Band I: Umwelt-Survey 1998. Studienbeschreibung

Band II: Umwelt-Survey 1998. Daten zur Expositionsabschätzung in Deutschland (Fragebogen)

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

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

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

Der vorliegende Berichtsband IV enthält die Deskription der Gehalte der untersuchten Elemente in Stagnationsproben des häuslichen Trinkwassers der 18- bis 69-jährigen Wohnbevölkerung in Deutschland.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	1
Summary	4
1 Einleitung	7
2 Studiendesign	9
2.1 Stichproben	9
2.2 Feldarbeit und Erhebungsinstrumente	10
3 Analytik und Qualitätskontrolle	11
4 Statistische Methoden.....	13
4.1 Tabellierte Kennwerte	13
4.2 Gliederungsmerkmale.....	14
4.3 Datengewichtung und zeitlicher Vergleich	15
5 Elementgehalte in Stagnationsproben des häuslichen Trinkwassers.....	17
5.1 Arsen.....	18
5.2 Blei	21
5.3 Bor	25
5.4 Cadmium	28
5.5 Kupfer.....	31
5.6 Nickel	34
5.7 Zink.....	37
6 Daten zur Abschätzung der Exposition über das häusliche Trinkwasser.....	41
6.1 Verhalten bei der Entnahme von Trinkwasser.....	41
6.2 Täglicher Trinkwasserkonsum am häuslichen Zapfhahn	42
6.3 Tägliche Zufuhr an Elementen mit dem häuslichen Trinkwasser	45
7 Schlussbemerkungen	47
8 Literatur	49
9 Verzeichnisse.....	51
9.1 Verzeichnis der Abkürzungen	51
9.2 Verzeichnis der Tabellen	52
9.3 Abbildungsverzeichnis	54
10 Anhang.....	55
10.1 Angaben der Gesundheitsämter zur Trinkwasserqualität	55
10.2 Erläuterung der Gliederungsmerkmale.....	56
10.3 Abschätzung der Elementzufuhren mit dem häuslichen Trinkwasser.....	57
10.4 Hinweise zur Entnahme der Stagnationstrinkwasserprobe.....	64
10.5 Anschreiben an die örtlichen Gesundheitsämter	65

Zusammenfassung

Im Rahmen des Umwelt-Surveys, der Untersuchung und Befragung einer repräsentativen Querschnittsstichprobe der 18- bis 69-jährigen Wohnbevölkerung in Deutschland, wurden in den Haushalten der Teilnehmer Trinkwasserproben genommen und analysiert sowie eine Befragung zu deren Verzehr- und Entnahmegewohnheiten von Trinkwasser durchgeführt.

Die Stichprobe wurde durch ein geschichtetes Auswahlverfahren nach den Merkmalen Alter, Geschlecht, Gemeindegröße und Wohnort (alte oder neue Bundesländer) zufällig gezogen. Insgesamt nahmen 4822 Probanden aus 120 Erhebungsorten am Umwelt-Survey 1998 teil (Ausschöpfungsrate 54,5 %).

Die Probenahme erfolgte an dem Wasserhahn, aus dem die Probanden normalerweise Trinkwasser für Koch- und Trinkzwecke entnehmen. Im Sinne einer Standardisierung wurden die Proben nach nächtlicher Stagnation des Wassers in der Leitung, ohne Vorlauf gewonnen. In diesen Proben wurden die der Korrosion der Leitungs- und Armaturmaterialien unterliegenden Elemente Blei, Cadmium, Kupfer, Nickel und Zink sowie zusätzlich Arsen und Bor analysiert.

In den Stagnationsproben der repräsentativen Stichprobe der Bevölkerung lagen 1998 die mittleren Arsen-, Blei-, Bor-, Cadmium-, Kupfer-, Nickel- und Zinkgehalte bei 0,39 µg As/l, 1,7 µg Pb/l, 26 µg B/l, 0,09 µg Cd/l, 134 µg Cu/l, 5,7 µg Ni/l und 335 µg Zn/l (Tab. Z1).

Es sind signifikant unterschiedliche Elementgehalte in den Stagnationsproben aus den alten und den neuen Ländern festzustellen. Im Stagnationswasser der Bevölkerung in den neuen Bundesländern ist der mittlere Blei-, Bor-, Cadmium-, Nickel- und Zinkgehalt höher als in den alten Ländern (Blei: 2,1 µg/l vs. 1,7 µg/l; Bor: 36 µg/l vs. 24 µg/l, Cadmium: 0,10 µg/l vs. 0,08 µg/l, Nickel: 8,1 µg/l vs. 5,3 µg/l und Zink: 512 µg/l vs. 304 µg/l). In den alten Ländern ist hingegen der mittlere Kupfergehalt mit 142 µg Cu/l höher als in den neuen Ländern mit 104 µg Cu/l. Der Arsengehalt unterscheidet sich in den alten und neuen Bundesländern nicht signifikant.

2,5 % der Probanden der Stichprobe (5,3 % in den neuen Bundesländern und 1,8 % in den alten Bundesländern) sind nicht an eine öffentliche Wasserversorgung angeschlossen und beziehen ihr Trinkwasser aus einer eigenen Anlage. Bezogen auf den geometrischen Mittelwert unterscheiden sich die Gehalte in der Stagnationsprobe bei den unterschiedlichen Versorgungsarten in der Regel nicht. Es ergeben sich aber bei Hinweise darauf, dass einzelne hohe Gehalte besonders bei Eigenversorgung auftreten können.

Im Vergleich zu den Ergebnissen des Umwelt-Surveys 1990/92 lässt sich folgendes feststellen: Während die mittleren Cadmium- und Zinkgehalte in der Stagnationsprobe für den betrachteten Zeitraum zurückgegangen sind, ist für den mittleren Kupfergehalt ein Anstieg zu verzeichnen. Der geometrische Mittelwert des Borgehaltes hat sich 1998 gegenüber 1990/92 nicht signifikant verändert. Hohe Bleigehalte kommen 1998 in den neuen Bundesländern weniger häufig vor als noch 1990/92.

Gemessen am derzeit gültigen Grenzwert der TrinkwV ergibt sich bei 0,9 % der Bevölkerung ein Hinweis darauf, dass der Grenzwert für Blei (0,04 mg/l) im Stagnationswasser überschritten sein kann, wobei in den neuen Ländern mit 1,7 % häufiger Überschreitungen in der Stagnationsprobe auftreten als in den alten Ländern mit 0,8 %. Der Richtwert für Kupfer (3 mg/l) wird bei 0,8 % der Proben gleichermaßen in den alten und neuen Ländern überschritten. Bei 4,8 % der Proben wird der Grenzwert für Nickel von 0,05 mg/l in den Stagnationsproben überschritten. In den neuen Ländern treten Überschreitungen von 7,4 % und in den alten Ländern von 4,2 % auf. Der Richtwert für Zink von 5 mg/l wird in rund 1 % der Stagnationsproben nicht eingehalten. In den neuen Ländern treten mit 2,3 % häufiger Grenzwertüberschreitungen auf als in den alten Ländern mit 0,6 %. Grenzwertüberschreitungen in der Stagnationsprobe kamen für Arsen (0,01 mg/l), Bor (1 mg/l) und Cadmium (0,005 mg/l) nur vereinzelt, d. h. in maximal 0,1 % der Stagnationsproben vor. Für die Elemente Blei, Cadmium, Kupfer, Nickel und Zink liegt der Anteil der Grenzwertüberschreitungen im Fall einer Einzelversorgung höher als bei Versorgung durch ein zentrales Wasserwerk.

Die 18- bis 69-jährige Bevölkerung nimmt im Mittel ca. 700 ml (Median) Trinkwasser aus dem häuslichen Leitungssystem zu sich (Tab. Z2). Die Abschätzung der täglichen Zufuhren von Elementen über das häusliche Trinkwasser wurde auf Grundlage der in den Stagnationsproben gemessenen Gehalte und der individuellen Verzehrsmengen vorgenommen. Unter Berücksichtigung, dass es sich bei der Probe nur um eine Stagnationsprobe handelt, ergeben sich die folgenden mittleren **Zufuhrraten** (Median): Arsen 0,25 µg/Tag, Blei 1,1 µg/Tag, Bor 16 µg/Tag, Cadmium 0,05 µg/Tag, Kupfer 88 µg/Tag, Nickel 3,4 µg/Tag und Zink 220 µg/Tag.

Knapp 1 % der Bevölkerung verwendet zur Zubereitung von Getränken und Speisen kein Trinkwasser aus der häuslichen Installation. Rund 60 % verwenden das Wasser sofort ohne Vorlauf, während die Übrigen es vor Verwendung im Allgemeinen erst einige Zeit ablaufen lassen.

Tab. Z1: Elementgehalte in Stagnationsproben des häuslichen Trinkwassers der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland

	BG	N	n<BG	10	50	90	95	98	MAX	AM	GM	KI GM
Arsen (µg/l)	0,09	4761	188	0,12	0,36	1,54	2,52	3,79	12,3	0,67	0,39	0,38 - 0,40
Blei (µg/l)	0,7	4761	1033	<0,7	1,7	7,6	12,2	23,7	329	3,97	1,73	1,68 - 1,79
Bor (µg/l)	5	4761	214	7	22	104	145	185	1530	44,3	25,5	24,7 - 26,3
Cadmium (µg/l)	0,07	4761	2153	<0,07	0,08	0,36	0,56	1,01	19,8	0,171	0,086	0,084 - 0,089
Kupfer (µg/l)	20	4767	390	20	150	890	1400	2100	11000	341	134	128 - 139
Nickel (µg/l)	0,5	4761	3	1,5	4,9	26,5	48,3	107	2920	16,2	5,73	5,55 - 5,92
Zink (µg/l)	20	4767	12	70	340	1700	2600	3800	24000	695	335	324 - 347

Anmerkungen: BG = Bestimmungsgrenze; N = Stichprobenumfang; n<BG = Anzahl der Werte unter BG;
 10, 50, 90, 95, 98 = Perzentile; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel;
 GM = geometrisches Mittel; KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM;
 Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

Tab. Z2: Konsumierte Trinkwasservolumina aus Leitungen des Haushalts (ml pro Tag) – 18- bis 69-jährige Bevölkerung in Deutschland –

	N	10	50	90	95	98	MAX	AM	KI AM
Konsumiertes Volumen	4680	188	688	1500	1938	2500	3880	826	809 - 842

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; 10, 50, 90, 95, 98 = Perzentile; MAX = Maximalwert;
 AM = arithmetisches Mittel; KI AM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für AM

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

Summary

As part of the German Environmental Survey (GerES III) – a study of a representative sample of the German population between 18 and 69 years of age – drinking water samples were taken in the households of survey participants, and information was generated by way of a questionnaire about the participants' drinking-water consumption and withdrawal habits.

The population sample was selected according to age, gender, community size and place of residence (West-Germany or East-Germany), using a stratified random procedure. A total of 4822 subjects from 120 localities participated in 1998 (rate of participation: 54.5%).

Water samples were obtained from the taps from which the subjects normally draw water for cooking and drinking purposes. In the interests of standardization, sampling was carried out following overnight stagnation of the water in the water pipe, without letting it run for a time beforehand ("first-draw" samples). The samples were analysed for their content of the elements lead, cadmium, copper, nickel and zinc, which are subject to material corrosion of pipes and fittings, as well as for their content of arsenic and boron.

Mean concentrations of arsenic, lead, boron, cadmium, copper, nickel and zinc in the first-draw samples of the representative population sample in 1998 were approximately 0.39 µg As/l, 1.7 µg Pb/l, 26 µg B/l, 0.09 µg Cd/l, 134 µg Cu/l, 5.7 µg Ni/l and 340 µg Zn/l (Table S1).

Significant differences are found for the element concentrations in the first-draw samples from West- and East-Germany. Mean concentrations of lead, boron, cadmium, nickel and zinc are higher in first-draw tap water of the population of East-Germany than in that of the population of West-Germany (lead: 2.1 µg/l vs. 1.7 µg/l; boron: 36 µg/l vs. 24 µg/l; cadmium: 0.10 µg/l vs. 0.08 µg/l; nickel: 8.1 µg/l vs. 5.3 µg/l; zinc 512 µg/l vs. 304 µg/l). The mean copper content, in contrast, is higher in West-Germany than in East-Germany (142 µg/l vs. 104 µg/l). The arsenic content does not differ significantly in East- and West-Germany.

2.5% of the subjects of the population sample (5.3% in East-Germany and 1.8% in West-Germany) are not connected to the public water supply system and instead obtain their drinking water from private wells. In terms of the geometric mean, no differences were found as a rule between the concentrations in the first-draw samples from the different types of supply. However, there are indications that individual high concentrations can occur in particular in case of supply via private wells.

The following can be stated in a comparison with the results of GerES II (1990/92): While the mean concentrations of cadmium and zinc in first-draw water samples decreased during the period under consideration, an increase was found for the mean copper concentration. The geometric mean of the boron concentration in 1998 show no significant change compared to 1990/92. In East-Germany, high lead concentrations occurred less frequently in 1998 than in 1990/92.

Taking the currently applicable limit values of the Drinking Water Ordinance as a basis, indications were obtained that the limit value for lead (0.04 mg/l) may be exceeded in first-draw tap water of 0.9% of the population, with exceedances found more frequently in the first-draw samples from East-Germany (1.7%) than in those from West-Germany (0.8%). The guide value for copper (3 mg/l) was exceeded at equal rates in West- and East-Germany, i.e., in 0.8% of the samples. The limit value for nickel of 0.05 mg/l was exceeded in 4.8% of the first-draw samples, exceedances accounting for 7.4.% in East-Germany and 4.2% in West-Germany. The guide value for zinc of 5 mg/l was exceeded in about 1 % of the first-draw samples of the study population, exceedances occurring more frequently in East-Germany (2.3%) than in West-Germany (0.6%). The limit values for arsenic (0.01 mg/l), boron (1 mg/l) and cadmium (0.005 mg/l) were exceeded in first-draw samples in isolated cases, i.e., in up to 0.1% of the samples of the study population. For lead, cadmium, copper, nickel and zinc, the proportion of limit-value exceedances was markedly higher in the case of supply via private wells than for the samples of water supplied by central waterworks.

On average, the population between 18 and 69 years of age consume about 700 ml (median) of drinking water supplied to their homes (Table S2). Daily intakes of elements via domestic drinking water were estimated from the concentrations measured in the first-draw samples and individual water consumption. Taking into account the fact that the samples concerned are only first-draw samples, the following mean **rates of intake** (medians) were calculated: arsenic 0.25 µg/day, boron 16 µg/day, cadmium 0.05 µg/day, copper 88 µg/day, lead 1.1 µg/day, nickel 3.4 µg/day, and zinc 220 µg/day.

Just under 1% of the population does not use domestic tap water for the preparation of beverages and food. About 60% uses water from the tap without letting it run for a time beforehand while the remainder usually does so before use.

Tab. S1: Elements in first flush drinking water samples of the population in Germany (18 to 69 years of age)

	LOQ	N	n<LOQ	10	50	90	95	98	MAX	AM	GM	CI GM
Arsenic (µg/l)	0.09	4761	188	0.12	0.36	1.54	2.52	3.79	12.3	0.67	0.39	0.38 - 0.40
Boron (µg/l)	5	4761	214	7	22	104	145	185	1530	44.3	25.5	24.7 - 26.3
Cadmium (µg/l)	0.07	4761	2153	<0.07	0.08	0.36	0.56	1.01	19.8	0.171	0.086	0.084 - 0.089
Copper (µg/l)	20	4767	390	20	150	890	1400	2100	11000	341	134	128 - 139
Lead (µg/l)	0.7	4761	1033	<0.7	1.7	7.6	12.2	23.7	329	3.97	1.73	1.68 - 1.79
Nickel (µg/l)	0.5	4761	3	1.5	4.9	26.5	48.3	107	2920	16.2	5.73	5.55 - 5.92
Zinc (µg/l)	20	4767	12	70	340	1700	2600	3800	24000	695	335	324 - 347

Notes:

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

Source:

UBA, German Environmental Survey 1998

Tab. S2: Volume of drinking water consumed in the households (ml/day) (population in Germany, 18 to 69 years of age)

	N	10	50	90	95	98	MAX	AM	CI AM
Volume	4680	188	688	1500	1938	2500	3880	826	809 - 842

Notes:

N = sample size; 10, 50, 90, 95, 98 = percentiles; MAX = maximum value; AM = arithmetic mean; CI AM = 95%-confidence interval for AM;

Source:

UBA, German Environmental Survey 1998

1 Einleitung

Im Trinkwasser vorkommende Verunreinigungen erreichen heute im Allgemeinen Dank strenger Rechtsvorschriften, intensiver Überwachung und technischer Entwicklungen nur solche Konzentrationen, die als gesundheitlich unbedenklich angesehen werden können. Einige Problembereiche sind allerdings verblieben, wie Überschreitungen der Grenz- und Richtwerte im häuslichen Trinkwasser bedingt durch die in der Hausinstallation eingesetzten Materialien. Bestehende Regelungen werden u.a. durch Umsetzung der entsprechenden EU-Richtlinie weiterentwickelt, um die Sicherung der Trinkwasserqualität zu gewährleisten. Auch das Aktionsprogramm „Umwelt und Gesundheit“ geht in seinen medien- und stoffbezogenen Qualitätszielen mit der Forderung „Kontrolle des Trinkwassers in der Hausinstallation“ auf diesen Problembereich ein (BMU, BMG 1999). Vor diesem Hintergrund gewinnt das Konzept des Umwelt-Surveys, nämlich die Messung direkt am häuslichen Zapfhahn an Aktualität.

Mit den Daten des Umwelt-Surveys 1985/86 ließ sich die schon damals erkannte Informationslücke hinsichtlich der potentiellen Trinkwasserbelastung in den Haushalten und der damit verbundenen Schadstoffaufnahme der Bevölkerung erstmals schließen (Krause et al. 1991). Durch den Umwelt-Survey 1990/92 wurde diese Datenbasis aktualisiert und für die neuen Bundesländer erstmals dargestellt (Becker et al. 1997). 1990/92 wurden deutliche Unterschiede hinsichtlich einer potentiellen Belastung mit Schadstoffen durch das Trinkwasser bei der Bevölkerung der alten und der neuen Bundesländer festgestellt. Mit den nun vorliegenden Ergebnissen des Umwelt-Surveys 1998 erfolgt eine Fortschreibung der Daten, so dass Veränderungen im zeitlichen und regionalen Vergleich erkannt werden können.

Im Umwelt-Survey 1998 wurden die Gehalte der Elemente Arsen, Blei, Bor, Cadmium, Kupfer, Nickel und Zink in einer Stagnationsprobe des häuslichen Trinkwassers der Probanden bestimmt. Die Auswahl der Elemente und die Festlegung des Umfanges der Untersuchungen basiert auf folgenden Überlegungen:

Die Metallgehalte (Blei, Cadmium, Kupfer, Nickel und Zink) im häuslichen Trinkwasser können u.a. durch die verwendeten Installationsmaterialien und die Standzeit des Wassers in der Leitung beeinflusst werden. Aus Kosten-/Nutzenerwägungen und im Sinne einer Vergleichbarkeit mit den vorangegangenen Surveys, wurden nur Proben des Stagnationswassers (nach nächtlicher Standzeit des Wassers) untersucht.

Über die Gehalte von Arsen und Bor im Trinkwasser der deutschen Bevölkerung liegen bisher wenig Informationen vor, so dass diese Elemente zusätzlich oder erneut in das Untersuchungsprogramm aufgenommen wurden.

Neben der Erfassung der tatsächlichen Schadstoffgehalte im häuslichen Trinkwasser sind für eine Risikoabschätzung auch die individuellen Unterschiede hinsichtlich der Verzehrsmengen zu berücksichtigen. Die konsumierten Trinkwasservolumina und expositionsrelevante Verhaltensweisen, wie das Ablaufenlassen des Wassers vor der Verwendung, wurden im Rahmen des Umwelt-Surveys mittels Fragebogen erfasst.

Bei den örtlichen Gesundheitsämtern wurden zusätzlich die Trinkwasserdaten, wie sie auf Grund der Berichtspflicht gemäß TrinkwV vorlagen, für das entsprechende Einzugsgebiet der Teilnehmer abgefragt.

Die Ergebnisse zu den Elementgehalten im Trinkwasser werden in Form von Tabellen dargestellt. Der Stichprobenumfang, die Zahl der Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze, das 10., 50., 90., 95., 98. Perzentil, der Maximalwert, das arithmetische und geometrische Mittel sowie das 95%-Konfidenzintervall des geometrischen Mittelwertes werden angegeben. Die grafische Darstellung der Verteilungen der Elementgehalte erfolgt in Form von Histogrammen bzw. Häufigkeitsverteilungen.

Das durchschnittlich täglich konsumierte Trinkwasservolumen im eigenen Haushalt wird ebenfalls in Tabellenform unter Angabe von Kennwerten deskribiert. Eine grobe Abschätzung der Elementzufuhren mit dem häuslichen Trinkwasser ist durch die Multiplikation der Gehalte in den Stagnationsproben mit den durchschnittlich konsumierten Volumina möglich. Die resultierenden täglichen Zufuhren werden in Tabellenform dargestellt.

2 Studiendesign

Im Folgenden wird kurz auf die Stichprobe, die Erhebungsinstrumente und die Durchführung der Feldarbeit eingegangen. Eine ausführliche Studienbeschreibung erfolgt in Band I: Studienbeschreibung.

2.1 Stichproben

Der Umwelt-Survey untersucht eine repräsentative Querschnittsstudie der erwachsenen Wohnbevölkerung in Deutschland im Alter von 18 bis 69 Jahren.

Ausgangspunkt für die Stichprobe des Umwelt-Surveys war die Stichprobe des Bundes-Gesundheitssurveys. Letztere wurde in einem mehrstufigen Auswahlverfahren für die alten und neuen Länder nach den Merkmalen Gemeindegröße (10 Klassen von 'unter 2.000 Einwohner' bis '500.000 und mehr Einwohner - Kernbereich'), Geschlecht und Alter (18 bis 79 Jahre) gezogen. Die Probanden stammten aus 120 Erhebungspunkten. Die Stichprobe umfasste auch in Deutschland lebende Ausländer, sofern sie die deutsche Sprache so gut beherrschten, dass sie die Fragebögen bearbeiten konnten (Bellach et al. 1998).

Aus dieser Stichprobe wurden 10151 Personen im Alter von 18 bis 69 Jahren zufällig ausgewählt und zur Teilnahme an der Umwelt-Untersuchung eingeladen. Davon galten 12,9 % als „qualitätsneutrale Ausfälle“ (unbekannt verzogen, verstorben, falsche Adresse), so dass die bereinigte Brutto-Umweltstichprobe 8845 Personen umfasste.

Für 3815 Probanden aus den alten Ländern und 1007 Probanden aus den neuen Ländern liegen verwertbare Fragebogendaten (Fragebögen des Umwelt- und Gesundheitssurveys) vor. Die Nettostichprobe besteht somit aus insgesamt 4822 Probanden. Die Ausschöpfungsraten - bezogen auf die bereinigte Bruttostichprobe - betragen insgesamt 54,5 % und regional getrennt 53,8 % in den alten und 57,2 % in den neuen Ländern.

Die Struktur der Stichprobe weicht in geringem Maße von der Struktur der Wohnbevölkerung in Deutschland ab, z.B. durch das alters-/regionalabhängige Interesse an der Mitarbeit an einer Umwelt-Studie oder durch die variierende Bereitschaft, an den sehr zeitaufwendigen Untersuchungen beider Surveys (Gesundheit und Umwelt) teilzunehmen. Unter anderem sind Personen aus den neuen Ländern mit 20,9 % geringfügig überrepräsentiert (Population: 18,9 %), ebenso Frauen mit 50,6 % (Population: 49,6 %). Um Abweichungen zwischen der Zusammensetzung der Stichprobe und der Population zu kompensieren, wurden die Probanden nach Alter, Geschlecht, Gemeindegröße und Anteil in West/Ost gemäß der Bevölkerungsstruktur der Bundesrepublik Deutschland, wie sie mit dem Mikrozensus für 1998 ermittelt wurde, gewichtet (vgl. Kap. 4.3).

Trinkwasserproben liegen von 4767 Probanden der Netto-Stichprobe vor, was einem Probenanteil von 98,9 % entspricht (in den alten Ländern 99,0 % und in den neuen Ländern 98,5 %).

Zielstellung des Surveys ist es, die personenbezogene Exposition gegenüber verschiedenen Substanzen aus der Umwelt und nicht die Belastungssituation der deutschen Haushalte zu

beschreiben. Daher liegt dem Umwelt-Survey eine Personenstichprobe und keine Haushaltsstichprobe zu Grunde. Dies ist bei der Interpretation der Trinkwasserdaten zu berücksichtigen.

2.2 Feldarbeit und Erhebungsinstrumente

Die Durchführung des Umwelt-Surveys 1998 erfolgte zeitgleich mit dem Bundes-Gesundheits-Survey 1998. Die Feldarbeit wurde im Zeitraum vom 20.10.1997 bis zum 13.03.1999 durchgeführt. Die Verantwortung dafür lag bei der Firma I+G Gesundheitsforschung, München. Die Schulung der Interviewer zur Probenahme und Probenaufbereitung wurde von Mitarbeitern des Umweltbundesamtes und zum Ausfüllen der Frage- und Dokumentationsbögen von Mitarbeitern des Umweltbundesamtes und der Firma I+G Gesundheitsforschung, München, vorgenommen.

In der Regel wurden die Probanden mit der Terminvereinbarung für die Untersuchungen des Gesundheitssurveys zur Teilnahme am Umwelt-Survey gebeten. Sofern die Probanden ihr Einverständnis erklärten, erhielten sie u. a. ein Trinkwasser-Probengefäß und ein Informationsblatt mit Hinweisen zur Probenentnahme (Anhang 10.4). Die Probanden wurden weiter gebeten, die entnommene Probe zum Termin der Gesundheitsuntersuchung, die in einem Untersuchungszentrum vor Ort durchgeführt wurde, mitzubringen.

Zur Bestimmung der Elementgehalte im häuslichen Trinkwasser wurden Stagnationsproben herangezogen. Die Proben wurden von den Probanden morgens ohne Wasservorlauf an dem Zapfhahn der Wohnung genommen, aus dem gewöhnlich Trinkwasser für Koch- und Trinkzwecke entnommen wird. Dazu wurden, wie in den vorangegangenen Umwelt-Surveys, 0,5 l Vierkantflachen aus Polyethylen (Fa. Kautex, Bonn-Holzlar) benutzt.

Die Proben wurden in den Untersuchungsräumen vor Ort kühl gelagert und noch in der Woche der jeweiligen Probenahme nach Berlin an das Umweltbundesamt (UBA) transportiert. Dort wurden sie mit Säure versetzt und bis zur Analyse bei Raumtemperatur gelagert.

Zur Interpretation der Messergebnisse wurden soziodemografische und die Trinkwasserversorgung betreffende Angaben mittels Fragebögen erhoben. Entsprechende Fragen waren in einem Fragebogen des Bundes-Gesundheitssurveys 1998, einem Umwelt-Fragebogen und einem Umwelt-Dokumentationsbogen enthalten. Die Fragebögen finden sich im Anhang des Berichtsbandes I zum Umwelt-Survey 1998. Die ausgefüllten Fragebögen wurden bei I+G Gesundheitsforschung in München datentechnisch aufgenommen und geprüft.

Darüber hinaus wurden die örtlichen Gesundheitsämter, die für die untersuchten Probanden zuständig sind, gebeten, die Analysenergebnisse der Wasserwerke, welche die beprobten Haushalte versorgten, dem Umweltbundesamt zur Verfügung zu stellen (Anhang 10.5). Im UBA wurden diese Daten geprüft und datentechnisch aufgenommen.

3 Analytik und Qualitätskontrolle

Die Gehalte der Elemente Arsen, Blei, Bor, Cadmium und Nickel in den Stagnationsproben wurden mit der ICP-MS (Gerät PQ 2+ der Firma Fisons) bestimmt. Zur Bestimmung von Kupfer und Zink wurde die Flammen-AAS (Gerät: 1100 B der Firma Perkin Elmer) eingesetzt. Die Analyse erfolgt entsprechend der gängigen DIN-Verfahren zur Wasseranalyse (Deutsche Einheitsverfahren zur Wasseranalytik (DEV 1996)). Die Bestimmungsgrenzen sind den Tabellen 3.1 und 3.2 zu entnehmen.

Bei der Analytik mit der ICP-MS wurde zur internen Qualitätskontrolle das Standardreferenzmaterial NBS 1643d, welches um den Faktor 10 verdünnt wurde, eingesetzt. Zusätzlich wurden selbst hergestellte Standards verwendet. Die interne Qualitätskontrolle der AAS-Analytik erfolgte nur mit selbst hergestellten Standards. Die Ergebnisse sind in den Tabellen 3.1 und 3.2 zusammenfassend dargestellt.

Tab. 3.1: Interne Qualitätskontrolle für die Analyse der Elemente Arsen, Blei, Bor, Cadmium und Nickel (ICP-MS) im Trinkwasser

Element	BG (µg/l)	Sollwert (µg/l)	Ergebnisse der Kontrollmessungen				
			N	AM (µg/l)	s (µg/l)	VK (%)	SWA (%)
Arsen	0,09	1,0	487	0,95	0,08	8,4	-5,0
		10,0	413	10,0	0,60	6,0	0,0
		50,0	271	50,7	3,42	6,8	1,4
		100	78	99,8	3,25	3,3	-0,2
		5,6*	268	5,6	0,23	4,1	-0,0
Blei	0,7	1,0	487	0,98	0,08	8,2	-2,0
		10,0	414	10,0	0,53	5,3	0,0
		50,0	271	50,2	3,26	6,5	0,4
		100	78	99,6	1,19	1,2	-0,4
		1,8*	268	1,7	0,08	4,7	-6,1
Bor	5,0	10,0	415	10,2	1,64	16,1	2,0
		50,0	271	51,2	6,02	11,8	2,4
		100	78	101	11,8	11,7	1,0
		14,5*	268	14,2	2,24	15,8	-2,1
Cadmium	0,07	1,0	487	1,0	0,07	7,0	0,0
		10,0	414	10,0	0,55	5,5	0,0
		50,0	271	50,2	3,19	6,4	0,4
		100	78	99,9	1,59	1,6	-0,1
		0,7*	267	0,6	0,03	5,0	-14,3
Nickel	0,5	1,0	487	1,0	0,07	7,0	0,0
		10,0	414	10,1	0,60	5,9	1,0
		50,0	271	50,3	3,30	6,6	0,6
		100	78	101	2,80	2,8	1,0
		5,8*	270	5,5	0,34	6,2	-5,2

Anmerkungen: BG = Bestimmungsgrenze; N = Anzahl der Kontrollmessungen; AM = arithmetisches Mittel;
s = Standardabweichung; VK (%) = Variationskoeffizient in %; SWA(%) = Sollwertabweichung in %
* = NIST-Standard SRM 1643d, 1/10 des zertifizierten Gehaltes

Quelle: UBA; Umwelt-Survey 1998

Tab. 3.2: Interne Qualitätskontrolle für die Analyse der Elemente Kupfer und Zink im Trinkwasser

Element	BG (µg/l)	Sollwert (µg/l)	Ergebnisse der Kontrollmessungen				
			N	AM (µg/l)	s (µg/l)	VK (%)	SWA (%)
Kupfer	20	210	122	217	5,3	2,4	3,3
		510	123	510	6,3	1,2	0,0
		1010	122	1010	9,4	0,9	0,0
Zink	20	330	118	337	11,4	3,4	2,1
		630	118	639	21,9	3,4	1,4
		1130	118	1080	34,1	3,2	-4,4

Anmerkungen: BG = Bestimmungsgrenze; n = Anzahl der Kontrollmessungen; AM = arithmetisches Mittel;
s = Standardabweichung; VK (%) = Variationskoeffizient in %; SWA (%) = Sollwertabweichung in %

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

Abweichend von der Vorgehensweise in vorangegangenen Umwelt-Surveys wurde das von den Wasserversorgern zur Verfügung gestellte Trinkwasser nicht analysiert. Vielmehr sollte auf die von den Wasserwerken im Rahmen ihrer Berichtspflicht gemäß der TrinkwV zur Verfügung gestellten Daten zurückgegriffen werden. Im Rahmen des Umwelt-Surveys wurden diese den Probanden zugeordnet. Aus den folgenden Gründen wird jedoch auf eine ausführliche Darstellung der so ermittelten Daten verzichtet:

- Umfang und Häufigkeit der analytischen Untersuchungen in den Wasserwerken wird gemäß der TrinkwV durch das abgegebene Trinkwasservolumen bestimmt oder durch die überwachende Behörde angeordnet. Die Daten der Wasserwerke wurden somit in der Regel zeitlich nicht deckungsgleich mit den Haushaltsproben erhoben. Auf einige Stoffe wie Bor, Kupfer und Zink wird nur selten untersucht, so dass bei diesen Elementen für lediglich etwa jeden dritten Probanden eine Wasserwerksanalyse vorliegt (Tabelle 10.1).
- Von einigen Wasserwerken werden die jeweiligen Nachweis- oder Bestimmungsgrenzen nicht angegeben. Im Fall von Gehalten unter der Nachweis- bzw. der Bestimmungsgrenze wird eine Angabe nur in der Form „n.n.“ gemacht. In den meisten Fällen wird zudem der gemessene Elementgehalt nicht explizit ausgewiesen, sondern nur als „kleiner als ...“ angegeben. Mit diesen Angaben lassen sich keine statistischen Kenngrößen berechnen.
- Im Falle einer Mischwasserversorgung ist das Mischungsverhältnis des Trinkwassers, mit dem der Proband versorgt wird, nicht bekannt und kann auch nachträglich nicht ermittelt werden. Im konkreten Fall wurde dem Probanden der jeweils höchste Wert des jeweiligen Elementgehalts zugeordnet.

4 Statistische Methoden

Zunächst sei darauf hingewiesen, dass im Umwelt-Survey eine repräsentative Personenstichprobe - keine Haushaltsstichprobe - untersucht wurde. Gemäß der Zielstellung des Umwelt-Surveys werden Aussagen über die Belastung der 18- bis 69-jährigen in Deutschland lebenden Erwachsenen durch ihr Trinkwasser getroffen. Dazu wurden zuerst die in den Haushalten gewonnenen Trinkwasserproben und damit die in den Proben gemessenen Substanzgehalte den jeweiligen Probanden zugeordnet.

Im Berichtsband werden zunächst die Substanzgehalte im Trinkwasser der 18- bis 69-jährigen Erwachsenen deskribiert. Für jede Zielvariable wird eine Kennwert-Tabelle erstellt. Es folgt eine Tabelle zum zeitlichen Vergleich mit vorangegangenen Surveys (1985/86 und 1990/92). Außerdem werden Tabellen zum Trinkwasserkonsum und zur Zufuhr der Elemente mit dem häuslichen Trinkwasser dargestellt.

Die statistischen Berechnungen wurden mit der Statistik-Software SPSS für Windows, Version 9.0 (SPSS, 1999) durchgeführt.

4.1 Tabellierte Kennwerte

Die Tabellen enthalten in der Regel die gleichen Kennwerte und haben somit einen einheitlichen Tabellenkopf. Neben dem jeweiligen Stichprobenumfang (N) und der Anzahl von unter der Bestimmungsgrenze liegenden Werten ($n < BG$) werden fünf Perzentile (10., 50., 90., 95., 98.), der Maximalwert (MAX), das arithmetische Mittel (AM) und das geometrische Mittel (GM) angegeben. Für das geometrische Mittel wird ein approximatives 95%-Konfidenzintervall (KI GM) berechnet. Die Auswahl der Kennwerte wird in Band I: Studienbeschreibung begründet.

Zur Hervorhebung des geometrischen Mittels wurde die entsprechende Spalte in den Tabellen unterlegt. In den Kapiteln zum konsumierten Trinkwasservolumen und zur Stoffzufuhr wird das geometrische Mittel nicht tabelliert, da es aufgrund einiger Datensätze mit Nullwerten gemäß Berechnungsformel Null ist, infolgedessen kann dazu auch kein Konfidenzintervall angegeben werden. Stattdessen wird der Median als bevorzugtes Lagemaß verwendet, was durch die Kennzeichnung der entsprechenden Tabellenspalte deutlich gemacht wird.

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

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

mehreren Probanden nicht beantwortet wurden bzw. die Antwort keiner tabellierten Kategorie zugeordnet werden kann.

4.2 Gliederungsmerkmale

Um einem wichtigen Teilziel des Umwelt-Surveys gerecht zu werden, nämlich die Belastungssituation in den alten und den neuen Bundesländern zu vergleichen, wird in allen Tabellen die regionale Variable *alte/neue Bundesländer* als übergeordnetes Gliederungsmerkmal verwendet. Darüber hinaus erfolgt eine Unterteilung nach *Versorgungsart* (*Wasserwerks-versorgte*, *Eigenversorger*), da sich dieses Gliederungsmerkmal in den vergangenen Surveys als besonders bedeutsam herausgestellt hat und auch im Jahr 1998 genügend Eigenversorger existieren, so dass statistische Kennwerte tabelliert werden können. Zur Beschreibung des häuslichen Trinkwasserkonsums und der daraus abgeleiteten Zufuhr von Substanzen mit dem häuslichem Trinkwasser sind zusätzlich die personenbezogenen Gliederungsmerkmale *Geschlecht*, *Lebensalter* sowie *Berufstätigkeit* aufgeführt.

Für jedes Gliederungsmerkmal wird getestet, ob signifikante Belastungsunterschiede zwischen den durch ein Gliederungsmerkmal definierten Teilpopulationen bestehen, oder anders ausgedrückt, ob ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Gliederungsmerkmal und dem Substanzgehalt im Trinkwasser besteht. Je nach der Art der Zielvariablen werden dazu unterschiedliche statistische Prüfverfahren eingesetzt: In der Regel wird geprüft, ob sich die geometrischen Mittelwerte der verschiedenen Personengruppen signifikant unterscheiden. Dazu werden t-Tests (bei zwei Personengruppen) bzw. bei mehr als zwei zu vergleichenden Gruppen, einfaktorielle Varianzanalysen durchgeführt (Band I: Studienbeschreibung).

Für die aufgenommenen Trinkwasservolumina und die Zufuhr von Substanzen mit dem häuslichen Trinkwasser lässt sich kein geometrisches Mittel berechnen. In Anbetracht der Schiefe der Verteilungen werden nonparametrische Verfahren eingesetzt. Mit dem Mann-Whitney-Test wird geprüft, ob die eine Personengruppe eine signifikant höhere Summe der Rangplätze der Messwerte aufweist als die andere Gruppe. Analog dazu wird bei mehr als zwei zu vergleichenden Gruppen der Kruskal-Wallis-Test eingesetzt (Hartung 1999).

Erweist sich der Zusammenhang oder Mittelwertsunterschied als signifikant bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $\alpha=0,001$, so ist das Gliederungsmerkmal in der Tabelle mit * gekennzeichnet (Band I: Studienbeschreibung).

Um einen Einblick in die Zusammenhangsstruktur der Gliederungsmerkmale zu erhalten, wurden paarweise χ^2 -Unabhängigkeitstests durchgeführt und im Falle signifikanter Abhängigkeiten wurden diese durch das Assoziationsmaß V von Cramér quantifiziert.

Die meisten Zusammenhänge der Gliederungsmerkmale (Region, Versorgungsart, Lebensalter, Geschlecht und Berufstätigkeit) untereinander sind nicht signifikant. Zwischen der Region (alte/neue Länder) und der Versorgungsart besteht mit $V=0,09$ eine niedrige, aber signifikante

Assoziation. Der Anteil der Eigenversorger ist in den neuen Ländern höher als in den alten Ländern. Darüber hinaus bestehen nur zwischen Berufstätigkeit und Geschlecht ($V=0,16$) sowie Lebensalter ($V=0,50$) signifikante Assoziationen. Erwartungsgemäß gibt es weniger berufstätige Frauen als berufstätige Männer, außerdem ist der Anteil Berufstätiger in den mittleren Altersklassen am höchsten und bei den ältesten Probanden am niedrigsten.

4.3 Datengewichtung und zeitlicher Vergleich

Die Stichprobe des Umwelt-Surveys 1998 ist eine nach den Merkmalen Lebensalter, Geschlecht und Gemeindegröße repräsentative, randomisiert gezogene Personenstichprobe. Aufgrund von Ausfällen ergeben sich Abweichungen in der proportionalen Verteilung der Ziehungsmerkmale zwischen der realisierten Stichprobe und der Grundgesamtheit. Um die Proportionen der Grundgesamtheit wiederherzustellen, wurde die Stichprobe auf der Grundlage des Mikrozensus des Statistischen Bundesamtes für das Jahr 1998 gewichtet (Band I: Studienbeschreibung).

Kein Proband der im Zeitraum 1985 bis 1998 durchgeführten drei Umwelt-Surveys wurde mehrmals untersucht, d.h. für jeden Survey wurde eine neue repräsentative Querschnittsstichprobe ausgewählt. Ein gesamtdeutscher Vergleich ist für die Surveys 1990/92 und 1998 möglich. Für die neuen Bundesländer können die Daten von 1991/92 und 1998 gegenübergestellt werden. Für die alten Bundesländer liegen Daten aus drei Messzeiträumen vor: 1985/86, 1990/91 und 1998.

Ein Vergleich kann nur diejenigen Teilstichproben umfassen, die in allen Surveys untersucht wurden, also nur die 25- bis 69-jährigen Deutschen, die eine Stagnationsprobe abgeliefert hatten. Die 70- bis 79-jährigen Probanden des Survey 1991/92 in den neuen Ländern, die 18- bis 24-jährigen Probanden des Survey 1991/92 in den neuen Ländern und des Survey 1998 sowie alle Probanden ohne deutsche Staatsangehörigkeit des Survey 1998 entfallen. In allen Umwelt-Surveys wurden die Elemente Blei, Cadmium, Kupfer und Zink in einer Stagnationsprobe aus dem häuslichen Zapfhahn untersucht. Arsen wurde 1998 erstmalig in das Untersuchungsprogramm aufgenommen, Nickel wurde 1990/92 nur in Wasserwerksproben analysiert. Diese beiden Elemente können daher nicht in den zeitlichen Vergleich einbezogen werden. Für Bor existieren Stagnationsproben aus 1985/86 und 1998, Wasserwerksproben aus 1990/92. Da die Borgehalte nicht von den Installationsmaterialien beeinflusst werden, konnte für dieses Element ein zeitlicher Vergleich vorgenommen werden.

Beim zeitlichen Vergleich von Querschnittsstichproben können Veränderungen der Substanzgehalte in einem Medium nicht nur die veränderte Expositionssituation, sondern auch die veränderte Bevölkerungsstruktur widerspiegeln. Um letzteres auszuschließen, erfolgte eine nachträgliche Datengewichtung:

- Die Daten aller drei bisher durchgeführten Surveys wurden auf der Basis der Bevölkerungsstruktur von 1998, wie sie im Mikrozensus des Statistischen Bundesamtes ermittelt wurde, gewichtet (Band I: Studienbeschreibung)

- Aufgrund der unterschiedlichen Messzeiträume (s.o.), erfolgte für regionale Trendanalysen eine **getrennte** Gewichtung der Probanden aus den alten und den neuen Bundesländern
- Für den gesamtdeutschen zeitlichen Vergleich wurden alle Probanden einer **gemeinsamen** Datengewichtung unterzogen, um den im 2. Umwelt-Survey 1990/92 stark überrepräsentierten Bevölkerungsanteil aus den neuen Bundesländern auszugleichen.

Die Vorgehensweise einer unterschiedlichen Gewichtung bei gesamtdeutschen und regionalen Auswertungen für den zeitlichen Vergleich hat zur Folge, dass sich die gesamtdeutschen Kennzahlen nicht aus den Kennzahlen der beiden Landesteile rückrechnen lassen und dass sich in den Tabellen größere Diskrepanzen für die Fallzahlen der Messwerte unter der Bestimmungsgrenze ergeben.

5 Elementgehalte in Stagnationsproben des häuslichen Trinkwassers

Im Folgenden werden die Ergebnisse zu den Elementgehalten in der Stagnationsprobe des häuslichen Trinkwassers einer repräsentativen Stichprobe der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung beschrieben. Für jedes Element erfolgt eine textliche, eine grafische und tabellarische Beschreibung der Ergebnisse.

An dieser Stelle sei deutlich darauf hingewiesen, dass eine Stagnationsprobe von 0,5 l des häuslichen Trinkwassers nach nächtlicher Stagnation bestimmt wurde. Dies geschah aufgrund von Kosten-Nutzenerwägungen und aus Gründen der Vergleichbarkeit mit den vorangegangenen Surveys. Einige kritische Aspekte dieser Vorgehensweise seien im Folgenden dargestellt. Der Gehalt an Nickel wird im wesentlichen durch Armaturen zur Wasserentnahme beeinflusst. Bei Entnahme eines größeren Probevolumens würde sich somit der Gehalt in der Wasserprobe durch Vermischen mit weniger belastetem Wasser verringern. Beim Blei, das an unterschiedlichsten Stellen aus dem Rohrleitungssystem herausgelöst werden kann, ist auch ein gegenteiliger Effekt möglich. Für Nickel würde demnach die Probenahme einen *worst case* darstellen, für Blei aber möglicherweise nicht. Die einheitliche Vorgehensweise in allen bisherigen Umwelt-Surveys bietet dennoch den Vorteil der regionalen und zeitlichen Vergleichbarkeit der Ergebnisse und ergibt Hinweise auf Gefährdungspotentiale.

Zum Vergleich der Situation der Bevölkerung in den alten und neuen Bundesländern werden die Daten in den Tabellen entsprechend gegenübergestellt und anhand der geometrischen Mittelwerte miteinander verglichen. Darüber hinaus werden die Daten getrennt nach der Versorgungsart beschrieben, d.h. es werden Teilpopulationen gebildet, die entweder ihr Trinkwasser über ein Wasserwerk beziehen oder das Wasser mit Hilfe einer Eigenversorgungsanlage gewinnen. 2,5 % der Bevölkerung (5,3 % in den neuen und 1,8 % in den alten Bundesländern) sind nicht an eine zentrale Wasserversorgung angeschlossen. Eigenversorgungsanlagen sind aus hygienischer Sicht kritisch zu bewerten, da durch die nicht vorgenommene Entsäuerung des Trinkwassers vermehrt Korrosionen auftreten können. Außerdem sind Verkeimungen und hohe Nitratwerte zu befürchten (Dieter 1994).

Eine weitere Tabelle zeigt jeweils für Blei, Bor, Cadmium, Kupfer und Zink die Gegenüberstellung der in den drei Umwelt-Surveys in West- und Ostdeutschland in den Stagnationsproben ermittelten Gehalte. Zugrunde gelegt werden nur die Daten der 25- bis 69-jährigen deutschen Bevölkerung, also derjenigen Alters- und Personengruppe, die allen Surveys gemeinsam ist. Um eine Vergleichbarkeit der drei Surveys zu erreichen, wurden die Daten des 1. und 2. Umwelt-Surveys nachträglich einer der Alters- und Personengruppe entsprechenden Gewichtung auf der Basis des Mikrozensus 1998 unterzogen (vgl. Kap. 4.3).

5.1 Arsen

Erhöhte Arsengehalte im Trinkwasser sind in der Regel geogen bedingt. Arsen kommt in eisen- und manganhaltigen Grundwässern vor oder kann als Emission aus Altablagerungen in das Grundwasser eingetragen werden. Betroffen von einer geogenen Arsenbelastung sind insbesondere kleinere und mittlere Wasserwerke im westlichen Erzgebirge, in einigen östlichen und nördlichen Kreisen Thüringens, in Franken und der Oberpfalz, in Nordhessen, in Teilen von Rheinland-Pfalz, in einem Landkreis von Schleswig-Holstein sowie in Südniedersachsen (Kevekordes et al. 1998). In der Bundesrepublik gibt es ca. 350 kleine bis mittlere Wasserversorgungsbetriebe, deren Rohwässer, geogen bedingt, Arsengehalte über dem nach der TrinkwV gültigen Grenzwert von 10 µg/l aufweisen (Meyer 2000). Da die Wasserversorger aufgrund der TrinkwV verpflichtet sind, dafür Sorge zu tragen, dass solche Wässer nicht an den Verbraucher geliefert werden, sind Aufbereitungsschritte zur Einhaltung des Grenzwertes notwendig.

Arsen wurde im Rahmen der Umwelt-Survey 1998 neu in das Untersuchungsprogramm aufgenommen. Bei der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung der Bundesrepublik wird in der Stagnationsprobe des häuslichen Trinkwassers ein mittlerer Arsengehalt von 0,39 µg/l ermittelt. Für die Bevölkerung der alten und der neuen Bundesländer liegt hinsichtlich des mittleren Arsengehaltes in der Stagnationsprobe kein signifikanter Unterschied vor (Tab. 5.1.1).

Hinsichtlich der Art der Trinkwasserversorgung entweder über eine Eigenversorgungsanlage oder die öffentliche Wasserversorgung lässt sich kein signifikant unterschiedlicher Arsengehalt in der Stagnationsprobe feststellen. Das 98er Perzentil ist allerdings bei Eigenversorgung mit 6,4 µg/l deutlich höher als bei Versorgung über ein Wasserwerk (3,8 µg/l).

Ein zeitlicher Vergleich ist nicht möglich, da über Arsen im Rahmen des Umwelt-Surveys 1998 erstmals berichtet wird.

Bei zwei Stagnationsproben von Personen aus den alten Bundesländern und bei einer Person aus den neuen Bundesländern wird der Grenzwert der derzeit gültigen TrinkwV von 10 µg/l überschritten. Diesen Probanden wurde empfohlen, bei ihrem örtlichen Trinkwasserversorgungsunternehmen und/oder dem Gesundheitsamt Informationen darüber einzuholen, ob es zu dauerhaften oder nur vorübergehenden Arsenüberschreitungen kommt und welche Empfehlungen gegeben werden.

Bei den von den Gesundheitsämtern bereitgestellten Analysenergebnissen der öffentlichen Wasserversorger, welche die Probanden beliefern, kommen Überschreitungen des Grenzwertes für Arsen nicht vor (Kap. 3, Anhang 10.1).

Tab. 5.1.1: **Arsengehalt in Stagnationsproben des häuslichen Trinkwassers (µg/l) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland**

	N	n<BG	10	50	90	95	98	MAX	AM	GM	KI GM
Deutschland											
Gesamt	4761	188	0,12	0,36	1,54	2,52	3,79	12,3	0,67	0,39	0,38 - 0,40
Versorgungsart											
Wasserwerksversorgte	4505	178	0,12	0,36	1,54	2,52	3,79	12,3	0,67	0,39	0,38 - 0,40
Eigenversorger	114	4	0,13	0,30	2,40	3,30	6,44	7,69	0,81	0,40	0,33 - 0,49
Neue Bundesländer											
Gesamt	900	15	0,15	0,37	1,27	1,74	2,52	12,3	0,56	0,38	0,37 - 0,41
Versorgungsart											
Wasserwerksversorgte	837	15	0,15	0,36	1,05	1,60	2,22	12,3	0,52	0,37	0,35 - 0,39
Eigenversorger	47	0	0,16	0,45	3,32	4,45		7,69	1,22	0,63	0,45 - 0,88
Alte Bundesländer											
Gesamt	3861	173	0,12	0,36	1,63	2,70	4,07	12,3	0,69	0,39	0,38 - 0,41
Versorgungsart											
Wasserwerksversorgte	3668	163	0,12	0,36	1,65	2,74	4,11	12,3	0,70	0,40	0,38 - 0,41
Eigenversorger	67	4	0,11	0,25	1,17	2,37	5,10	6,54	0,53	0,29	0,23 - 0,37

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Anzahl der Werte unter der Bestimmungsgrenze; Bestimmungsgrenze: 0,09 µg/l; Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt; 10, 50, 90, 95, 98 = Perzentile; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel; KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM; * = Merkmal signifikant (p≤0,001) nach Varianzanalyse bzw. Zweistichproben-t-Test; Erläuterungen zu den Gliederungsmerkmalen siehe Anhang 10.2

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

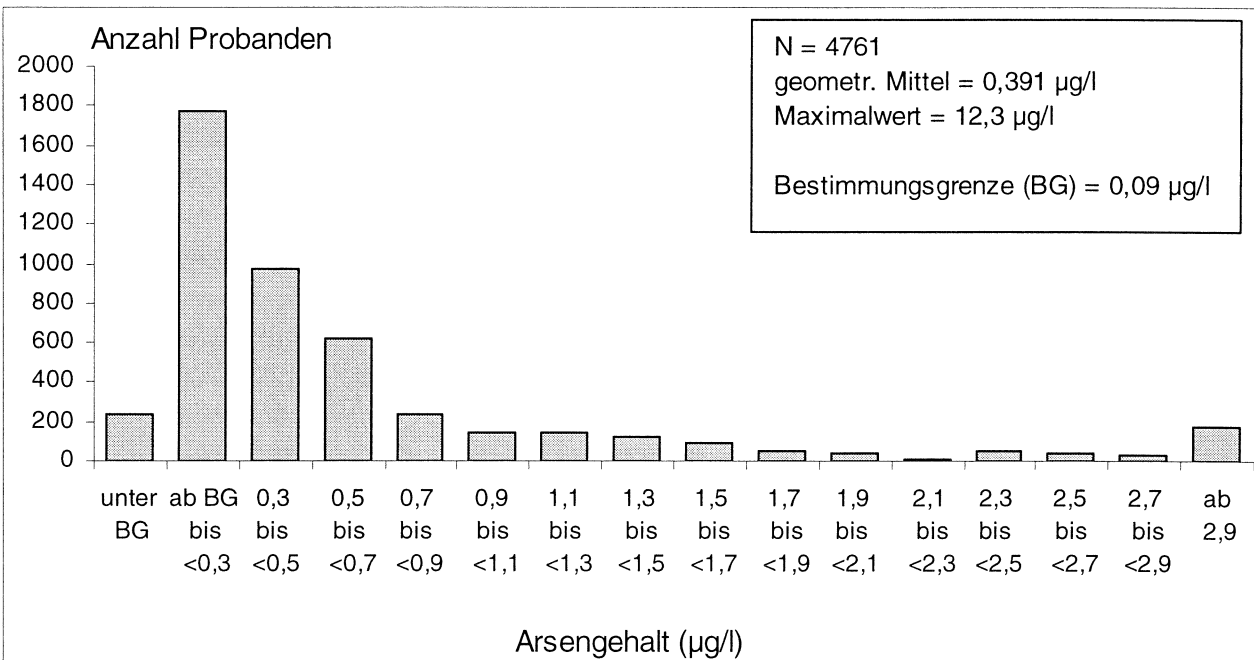


Abb. 5.1.1: Arsengehalt im häuslichen Trinkwasser der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

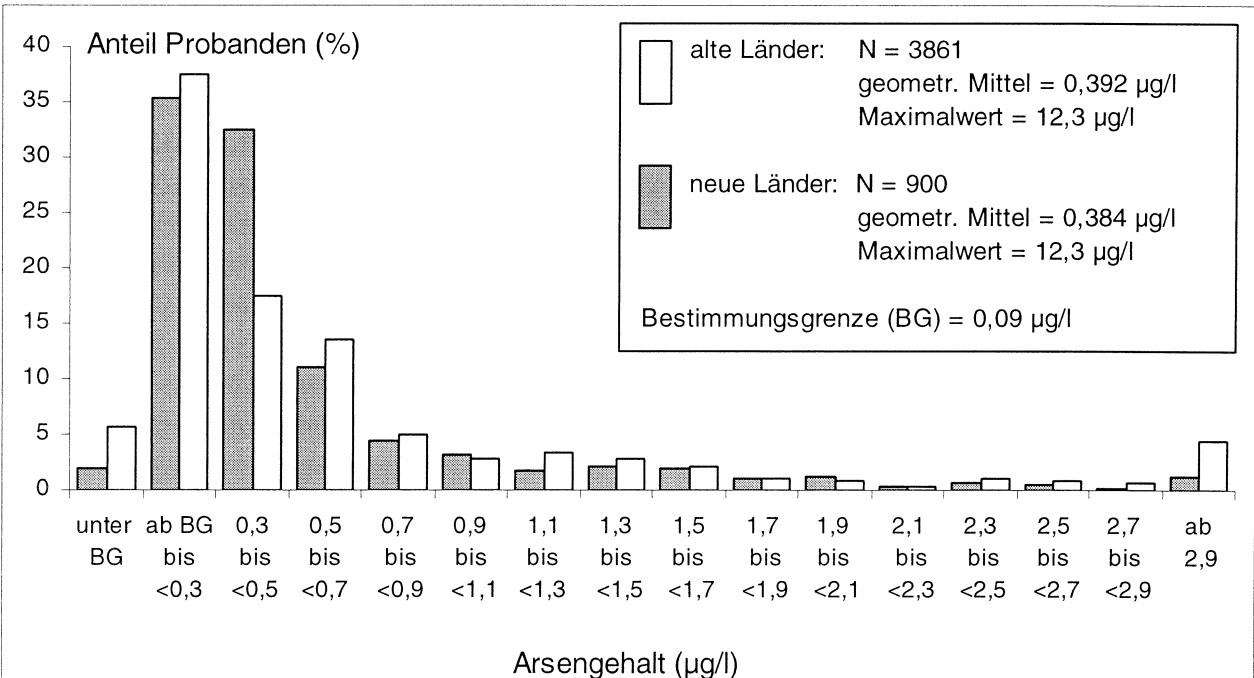


Abb. 5.1.2: Arsengehalt im häuslichen Trinkwasser der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung der alten und neuen Länder

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

5.2 Blei

Die hauptsächliche Quelle für erhöhte Bleigehalte im Trinkwasser ist die früher übliche Verwendung von Bleirohren in der Hausinstallation zur Trinkwasserversorgung. Gerade in Großstädten und bei Altbauten sind solche Bleileitungen auch heute noch vorhanden und können Grenzwertüberschreitungen verursachen, besonders nach nächtlicher Stagnation des Trinkwassers. Auch bleihaltige Legierungen von Armaturen, Dichtungen oder Lötzinn können zu erhöhten Bleigehalten beitragen. Erhöhte Bleigehalte, die durch die Korrosion verzinkter Stahlrohre bedingt sind, gehen auf Grund der Bildung einer Deckschicht, nach einiger Zeit von allein zurück.

Bei der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung der Bundesrepublik wird in der Stagnationsprobe des häuslichen Trinkwassers ein mittlerer Bleigehalt von 1,7 µg/l ermittelt (Tab. 5.2.1). Bei einem Vergleich der Situation in den alten und neuen Bundesländern ergibt sich, dass in der Stagnationsprobe der Bevölkerung der neuen Bundesländer ein signifikant höherer mittlerer Bleigehalt vorliegt (2,1 µg/l gegenüber 1,7 µg/l).

Tendenziell verwenden Personen mit einer eigenen Wasserversorgungsanlage, vor allem aus den neuen Bundesländern, stärker bleihaltiges Wasser als Personen, die an eine öffentliche Wasserversorgung angeschlossen sind. Das statistische Signifikanzniveau von $p \leq 0,001$ wurde aber knapp verfehlt.

Tabelle 5.2.2 zeigt die Gegenüberstellung der Gehalte in Stagnationsproben aus Haushalten der 25- bis 69-jährigen Bevölkerung aus den drei bisher durchgeführten Umwelt-Surveys. Für Gesamtdeutschland und die neuen Länder erkennt man anhand des 95. und 98. Perzentils die deutliche Abnahme relativ hoher Bleigehalte im häuslichen Trinkwasser in 1998 gegenüber 1990/92. In den neuen Ländern wird der Rückgang der hohen Gehalte beim 95. Perzentil um mehr als das sechs- und beim 98. Perzentil um mehr als das zehnfache, besonders deutlich. Auch das geometrische Mittel der Bleigehalte verringerte sich in den neuen Ländern signifikant von 2,9 µg/l auf 2,1 µg/l. Für Gesamtdeutschland ist immerhin noch eine Halbierung der Werte des höchsten Perzentils zu verzeichnen. Für die alten Bundesländer ist eine deutliche Abnahme der Bleigehalte 1998 gegenüber 1985/86 zu erkennen. Allerdings ist dieser Trend nicht einheitlich da sowohl das geometrische Mittel als auch die Perzentile von 1990/92 nach 1998 angestiegen sind. Dabei ist zu berücksichtigen, dass in den Surveys 1990/92 und 1998 unterschiedliche analytische Verfahren eingesetzt wurden. Dies kann, besonders bei den vorliegenden geringen Gehalten, zu dem ansonsten nicht zu erklärenden Anstieg führen.

Im Rahmen des Umwelt-Surveys 1990/92 hatten 3,4 % der Probanden aus den alten Bundesländern und 10,2 % der Probanden aus den neuen Bundesländern angegeben, dass in ihren Haushalten Bleiinstallationen vorhanden seien. Es ist davon auszugehen, dass dieser Anteil durch Sanierungsmaßnahmen, besonders in den neuen Bundesländern, gesunken ist.

Aber auch in den alten Bundesländern ist das Problem von Bleiinstallationen, vor allem vor dem Hintergrund der Umsetzung der EG-Trinkwasserrichtlinie in nationales Recht, bekannt. In den Bundesländern wurden Messprogramme zur Bestimmung der Bleibelastung durch häusliche Bleileitungen durchgeführt und entsprechende Maßnahmen ergriffen. In Bremen wurden

öffentliche Gebäude der Stadtgemeinde untersucht und saniert (Strempele und Müller 1995). Da in Frankfurt a.M. eine Zahl von ca. 7800 Liegenschaften mit bleihaltigen Hausinstallationen ausgestattet sind, wurde ab 1997 ein Projekt gestartet, mit dem eine Untersuchung und Sanierung aller betroffenen Häuser binnen 10 Jahren ab 1996 durchgesetzt werden soll (Hentschel 1999).

Im Umwelt-Survey wird der Grenzwert der derzeit gültigen TrinkwV bei 44 Stagnationsproben überschritten. Demnach kommt es in den Haushalten von 0,9 % der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung zu Überschreitungen des Trinkwassergrenzwertes in Stagnationsproben. In den neuen Bundesländern und bei Eigenversorgung können solche Überschreitungen häufiger vorkommen (1,7 % in den neuen Bundesländern vs. 0,8 % in den alten Bundesländern; 2,6 % bei Eigenversorgung vs. 0,9 % bei Wasserwerksversorgung). Zu beachten ist dabei allerdings die kleine Zahl an Personen, die über eine Eigenwasserversorgungsanlage versorgt werden. Der Grenzwert wird in den alten Bundesländern lediglich bei einer und in den neuen Bundesländern bei zwei dieser Personen überschritten.

Die im November 1998 verabschiedete EU-Trinkwasserrichtlinie (EU 1998) sieht einen Parameterwert für Blei von 10 µg/l vor. Den Probanden des Umwelt-Surveys wurde, für den Fall einer Überschreitung dieses Wertes empfohlen, sich an das örtliche Gesundheitsamt zu wenden und eventuell den Austausch von vorhandenen Bleileitungen vorzunehmen oder bei ihrem Vermieter zu erwirken. Als erste Maßnahme wurde empfohlen das Wasser vor Gebrauch für Trink- und Kochzwecke eine Zeitlang ablaufen zu lassen oder, besonders für die Zubereitung von Säuglings- oder Kleinkindernahrung, abgepacktes Wasser zu verwenden.

Überschreitungen des Grenzwertes für Blei im Trinkwasser der Probanden kommen nach den von den öffentlichen Wasserversorgern zur Verfügung gestellten Analysedaten für die Probanden des Umwelt-Surveys nicht vor (Kap. 3, Anhang 10.1).

Tab. 5.2.1: Bleigehalt in Stagnationsproben des häuslichen Trinkwassers ($\mu\text{g/l}$) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland

	N	n<BG	10	50	90	95	98	MAX	AM	GM	KI GM
Deutschland											
Gesamt	4761	1033	<0,7	1,7	7,6	12,2	23,7	329	3,97	1,73	1,68 - 1,79
Versorgungsart											
Wasserwerksversorgte	4505	977	<0,7	1,7	7,6	12,2	23,6	329	3,97	1,73	1,68 - 1,79
Eigenversorger	114	18	<0,7	2,3	13,7	23,2	51,5	96,0	5,80	2,33	1,84 - 2,95
Neue Bundesländer*											
Gesamt	900	193	<0,7	2,0	11,7	19,4	34,2	203	5,32	2,07	1,90 - 2,26
Versorgungsart											
Wasserwerksversorgte	837	183	<0,7	2,0	11,5	17,9	33,0	203	5,19	2,03	1,86 - 2,22
Eigenversorger	47	6	<0,7	3,6	22,0	44,8		96,0	8,67	3,44	2,30 - 5,15
Alte Bundesländer*											
Gesamt	3861	839	<0,7	1,6	6,8	10,5	21,1	329	3,66	1,66	1,60 - 1,72
Versorgungsart											
Wasserwerksversorgte	3668	794	<0,7	1,7	6,9	10,5	21,2	329	3,70	1,67	1,61 - 1,74
Eigenversorger	67	12	<0,7	1,7	8,7	14,6	44,5	54,8	3,77	1,77	1,35 - 2,32

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Anzahl der Werte unter der Bestimmungsgrenze; Bestimmungsgrenze: 0,7 $\mu\text{g/l}$; Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt; 10, 50, 90, 95, 98 = Perzentile; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel; KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM; * = Merkmal signifikant ($p \leq 0,001$) nach Varianzanalyse bzw. Zweistichproben-t-Test; Erläuterungen zu den Gliederungsmerkmalen siehe Anhang 10.2

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

Tab. 5.2.2: Zeitlicher Vergleich der Bleigehalte ($\mu\text{g/l}$) in Stagnationsproben des häuslichen Trinkwassers der 25- bis 69-jährigen deutschen Bevölkerung [Bestimmungsgrenze: 1,0 $\mu\text{g/l}$]

	N	n<BG	10	50	90	95	98	MAX	AM	GM	KI GM
Deutschland *											
Umwelt-Survey 1990/92	4003	1876	<1,0	1,1	7,4	16,0	49,8	5580	10,1	1,42	1,37 - 1,48
Umwelt-Survey 1998	4070	1281	<1,0	1,7	7,8	12,3	23,5	329	3,97	1,81	1,75 - 1,87
Neue Bundesländer *											
Umwelt-Survey 1991/92	1492	493	<1,0	2,1	26,8	122	359	5580	38,4	2,88	2,63 - 3,15
Umwelt-Survey 1998	880	275	<1,0	2,1	12,0	19,9	34,5	203	5,41	2,14	1,97 - 2,33
Alte Bundesländer *											
Umwelt-Survey 1985/86	2578	216	1,0	3,0	10,0	17,0	35,0	200	5,22	2,64	2,53 - 2,75
Umwelt-Survey 1990/91	2510	1264	<1,0	<1,0	5,4	8,3	17,0	370	2,86	1,19	1,14 - 1,24
Umwelt-Survey 1998	3190	1006	<1,0	1,7	6,9	10,6	20,7	329	3,61	1,73	1,67 - 1,80

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Anzahl der Werte unter der Bestimmungsgrenze; Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt; 10, 50, 90, 95, 98 = Perzentile; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel; KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM; * = Merkmal signifikant ($p \leq 0,001$) nach Varianzanalyse bzw. Zweistichproben-t-Test; Daten personenbezogen gewichtet auf Basis des Mikrozensus 1998. Auf Grund unterschiedlicher Gewichtung für gesamt-deutsche und regionale Auswertungen ist keine Rückrechnung gesamtdeutscher Kennwerte aus Kennwerten für die alten und die neuen Länder möglich (z.B. Fallzahlen, vgl. Kap. 4.3).

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

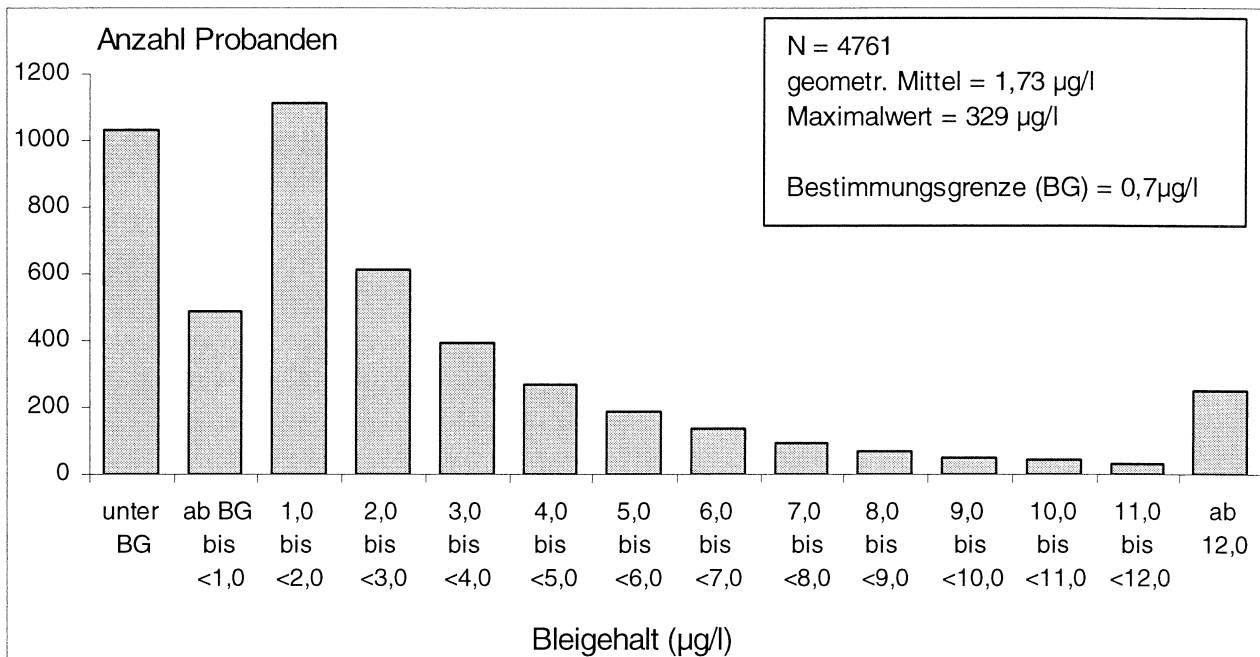


Abb. 5.2.1: Bleigehalt im häuslichen Trinkwasser der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

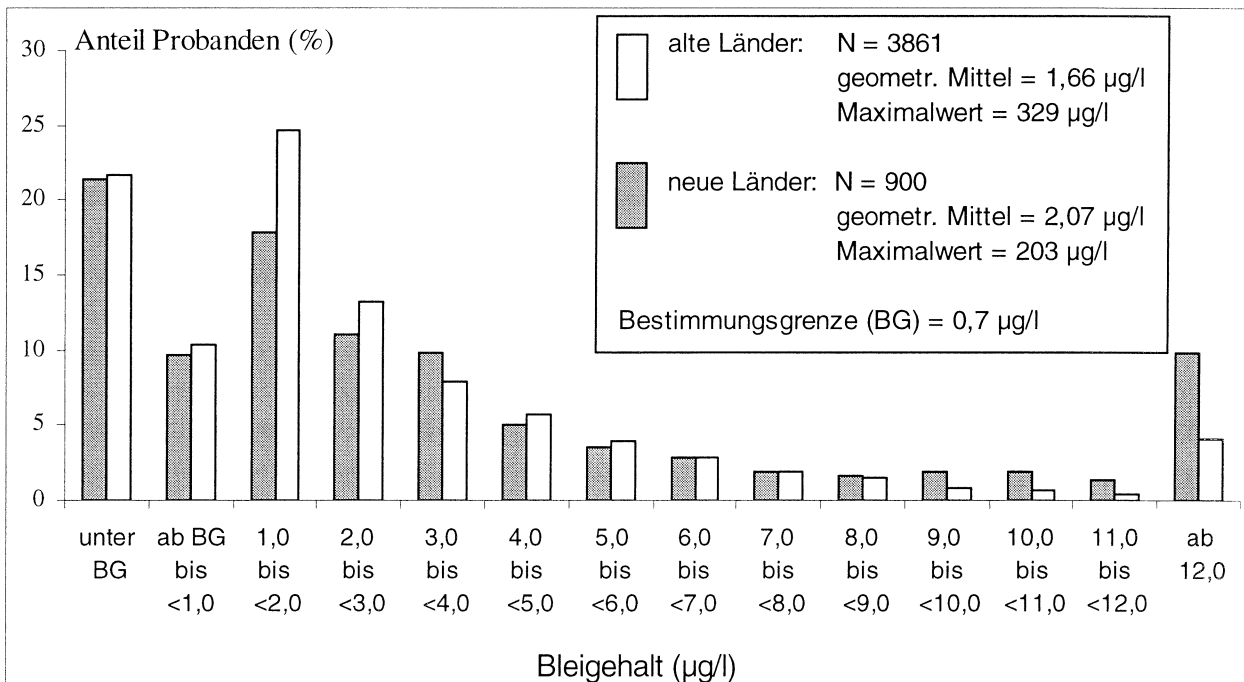


Abb. 5.2.2: Bleigehalt im häuslichen Trinkwasser der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung der alten und neuen Länder

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

5.3 Bor

Borverbindungen können bei der Trinkwasseraufbereitung nicht entfernt werden. Insbesondere dort, wo Trinkwasser aus Oberflächenwasser gewonnen wird, kann es zu erhöhten Borgehalten im Trinkwasser kommen.

Bei der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung liegt in der Stagnationsprobe des häuslichen Trinkwassers ein mittlerer Borgehalt (GM) von 25,5 µg/l vor (Tab. 5.3.1). In den neuen Bundesländern ist der mittlere Borgehalt mit 36,1 µg/l gegenüber 23,5 µg/l in den alten Bundesländern deutlich höher.

Bei Personen, die nicht an eine öffentliche Wasserversorgung angeschlossen sind, ist der Borgehalt in der Stagnationsprobe geringer. Signifikant ist dies jedoch nur in den alten Bundesländern (11,1 µg/l bei Eigenversorgung gegenüber 23,9 µg/l bei Wasserwerksversorgung).

Bor wurde im ersten und dritten Umwelt-Survey am häuslichen Zapfhahn, im zweiten Survey dagegen nur in Proben der Wasserwerke untersucht. Da bei diesem Element nicht von einer Beeinflussung durch die Hausinstallation auszugehen ist, wurde für Bor ein zeitlicher Vergleich durchgeführt (Tab. 5.3.2).

Weder für Gesamtdeutschland noch bei getrennter Betrachtung der alten und neuen Bundesländer zeigt sich im zeitlichen Vergleich eine deutliche Veränderung der Borgehalte. Die Perzentilwerte und das geometrische Mittel liegen in den neuen Ländern 1998 gegenüber 1990/92 zwar geringfügig höher, die Unterschiede sind aber nicht signifikant.

Der Grenzwert für Bor im Trinkwasser beträgt 1 mg/l. Er wird in den alten und neuen Bundesländern in der Stagnationsprobe aus dem Haushalt jeweils einer Person überschritten. Beide Personen werden über die öffentliche Trinkwasserversorgung versorgt. Den Probanden wurde die Empfehlung gegeben, sich mit ihrem örtlichen Trinkwasserversorgungsunternehmen und/oder dem Gesundheitsamt in Verbindung zu setzen und dort Informationen darüber einzuholen, ob es zu dauerhaften oder nur vorübergehenden Borüberschreitungen kommt und welche Empfehlungen gegeben werden.

Gemäß der von den Gesundheitsämtern bereitgestellten Daten über die Qualität des von den öffentlichen Wasserversorgern für die Probanden bereitgestellten Trinkwassers kommen Überschreitungen des Grenzwertes für Bor nicht vor (Kap. 3, Anhang 10.1).

Tab. 5.3.1: Borgehalt in Stagnationsproben des häuslichen Trinkwassers (µg/l) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland

	N	n<BG	10	50	90	95	98	MAX	AM	GM	KI GM
Deutschland											
Gesamt	4761	214	7	22	104	145	185	1530	44,3	25,5	24,7 – 26,3
Versorgungsart*											
Wasserwerksversorgte	4505	192	7	23	104	146	185	1530	44,8	25,9	25,1 – 26,7
Eigenversorger	114	14	<5	18	83	110	311	320	34,9	17,8	14,4 – 22,0
Neue Bundesländer*											
Gesamt	900	9	11	40	120	168	325	1500	57,8	36,1	33,9 – 38,3
Versorgungsart											
Wasserwerksversorgte	837	9	11	41	123	168	333	1500	58,2	36,3	34,1 – 38,7
Eigenversorger	47	1	10	35	119	303		320	60,0	34,8	25,8 – 47,0
Alte Bundesländer*											
Gesamt	3861	205	6	20	103	140	172	1530	41,2	23,5	22,7 – 24,4
Versorgungsart*											
Wasserwerksversorgte	3668	183	7	21	104	140	173	1530	41,8	23,9	23,1 – 24,8
Eigenversorger	67	13	<5	12	37	60	92	116	17,1	11,1	8,8 – 14,0

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Anzahl der Werte unter der Bestimmungsgrenze; Bestimmungsgrenze: 5,0 µg/l; Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt; 10, 50, 90, 95, 98 = Perzentile; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel; KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM; * = Merkmal signifikant (p≤0,001) nach Varianzanalyse bzw. Zweistichproben-t-Test; Erläuterungen zu den Gliederungsmerkmalen siehe Anhang 10.2

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

Tab. 5.3.2: Zeitlicher Vergleich der Borgehalte (µg/l) in Stagnationsproben des häuslichen Trinkwassers der 25- bis 69-jährigen deutschen Bevölkerung [Bestimmungsgrenze: 20,0 µg/l]

(Umwelt-Survey 1990/92: Wasserwerks-Wasser)

	N	n<BG	10	50	90	95	98	MAX	AM	GM	KI GM
Deutschland											
Umwelt-Survey 1990/92	3969	1595	<20	27	82	127	153	1940	38,8	25,2	24,6 – 25,9
Umwelt-Survey 1998	4070	1843	<20	22	103	143	181	1530	43,5	25,3	24,6 – 26,1
Neue Bundesländer											
Umwelt-Survey 1991/92	1447	396	<20	32	86	151	242	265	47,1	31,8	30,4 – 33,3
Umwelt-Survey 1998	880	246	<20	40	120	168	333	1500	57,4	33,9	31,8 – 36,2
Alte Bundesländer											
Umwelt-Survey 1985/86	2515	1334	<20	<20	97	113	138	190	36,7	22,5	21,7 – 23,3
Umwelt-Survey 1990/91	2522	1096	<20	26	80	108	132	1940	36,7	23,8	22,9 – 24,7
Umwelt-Survey 1998	3190	1585	<20	20	102	138	170	1530	40,0	23,5	22,8 – 24,3

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Anzahl der Werte unter der Bestimmungsgrenze; Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt; 10, 50, 90, 95, 98 = Perzentile; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel; KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM; * = Merkmal signifikant (p≤0,001) nach Varianzanalyse bzw. Zweistichproben-t-Test. Daten personenbezogen gewichtet auf Basis des Mikrozensus 1998. Auf Grund unterschiedlicher Gewichtung für gesamt-deutsche und regionale Auswertungen ist keine Rückrechnung gesamtdeutscher Kennwerte aus Kennwerten für die alten und die neuen Länder möglich (z.B. Fallzahlen, vgl. Kap. 4.3).

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

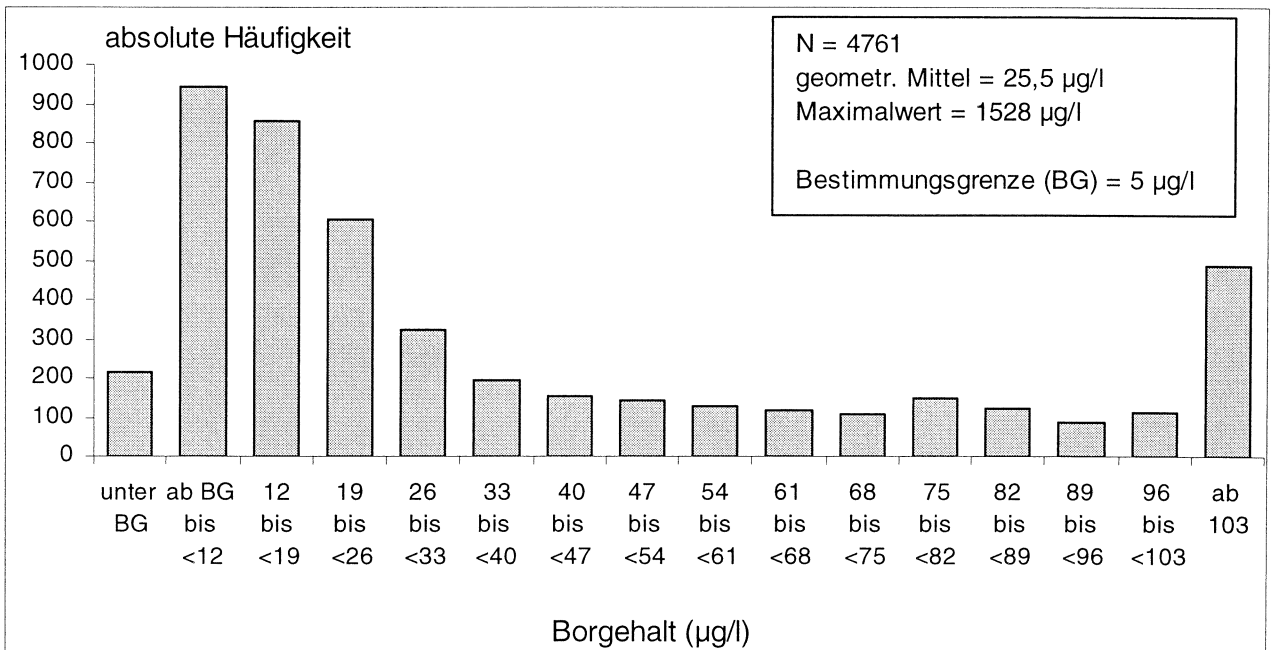


Abb. 5.3.1: Borgehalt im häuslichen Trinkwasser der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

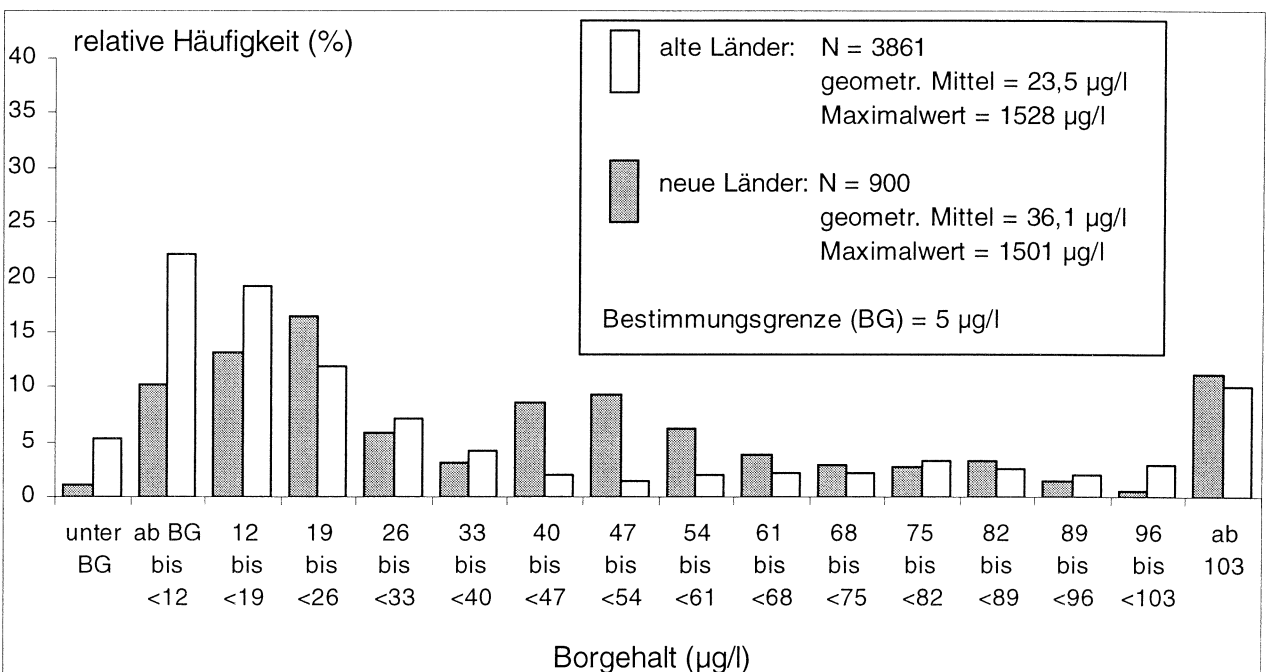


Abb. 5.3.2: Borgehalt im häuslichen Trinkwasser der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung der alten und neuen Länder

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

5.4 Cadmium

Als Quelle für den Eintrag von Cadmium in das Trinkwasser kommen neben geogenen Quellen die Verzinkungsschicht von Stahlrohren und bestimmte, für Hausinstallationen aus Kupfer vorgesehene Lote in Frage. In Bezug auf verzinkte Stahlrohre hat sich allerdings durch die Änderung des technischen Regelwerkes die Situation dahingehend verbessert, dass der maximale Cadmiumgehalt begrenzt wurde. Die Verwendung cadmiumhaltiger Lote ist seit etwa zwei Jahrzehnten nicht mehr zulässig, so dass diese Kontaminationsmöglichkeit allenfalls in Altinstallationen besteht.

Der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung der neuen Bundesländer steht ein Stagnationswasser mit einem etwas höheren mittleren Cadmiumgehalt zur Verfügung als der Bevölkerung der alten Bundesländer (0,10 µg/l gegenüber 0,08 µg/l). Bei gesamtdeutscher Betrachtung ergibt sich ein geometrisches Mittel von 0,09 µg/l (Tab. 5.4.1).

Die Stagnationsprobe des Trinkwassers von Eigenversorgern weist mit 0,12 µg/l zwar einen höheren Cadmiumgehalt auf als Trinkwasser von wasserwerksversorgten Personen (0,09 µg/l), jedoch konnte keine statistische Signifikanz ($p \leq 0,001$) erreicht werden. Beim Vergleich der Eigenversorger in den alten und neuen Ländern zeigt sich, dass das geometrische Mittel der Cadmiumgehalte in den neuen Ländern mit 0,19 µg/l signifikant über dem geometrischen Mittel von 0,08 µg/l in den alten Ländern liegt.

In der Tabelle 5.4.2 sind die in den drei Umwelt-Surveys ermittelten Daten gegenübergestellt. In den alten Bundesländern liegt eine signifikante Abnahme des mittleren Cadmiumgehaltes vor. 1985/86 betrug der Cadmiumgehalt im Trinkwasser der 25- bis 69-jährigen 0,18 µg/l, 1990/91 wurde ein mittlerer Gehalt von 0,12 µg/l festgestellt und im Jahr 1998 erfolgte eine nochmalige, wenn auch geringe Reduktion auf einen Gehalt von 0,09 µg/l. In den neuen Bundesländern hat sich der geometrische Mittelwert im Zeitraum von 1991/92 bis 1998 ebenfalls von 0,14 µg/l auf 0,11 µg/l signifikant verringert.

Der Anteil an Personen, in deren Stagnationsprobe der Grenzwert der TrinkwV von 5 µg/l nicht eingehalten wird, beträgt 0,1 % und entspricht 6 Fällen. In einem Fall wird das Trinkwasser über eine Eigenversorgungsanlage bereitgestellt. Zwei Personen kommen aus den neuen und vier Personen aus den alten Bundesländern. Diesen Probanden wurde empfohlen, das Wasser vor Verwendung für Koch- und Trinkzwecke einige Zeit ablaufen zu lassen oder abgepacktes Wasser zu verwenden und sich für weitere Informationen an das örtliche Gesundheitsamt zu wenden.

Gemäß der von den Gesundheitsämtern bereitgestellten Daten über die Qualität des von den öffentlichen Wasserversorgern für die Probanden bereitgestellten Trinkwassers kommen Überschreitungen des Grenzwertes für Cadmium nicht vor (Kap. 3, Anhang 10.1).

Tab. 5.4.1: Cadmiumgehalt in Stagnationsproben des häuslichen Trinkwassers (µg/l) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland

	N	n<BG	10	50	90	95	98	MAX	AM	GM	KI GM
Deutschland											
Gesamt	4761	2153	<0,07	0,08	0,36	0,56	1,01	19,8	0,171	0,086	0,084 - 0,089
Versorgungsart											
Wasserwerksversorgte	4505	2039	<0,07	0,08	0,35	0,56	0,99	19,8	0,169	0,086	0,084 - 0,089
Eigenversorger	114	48	<0,07	0,11	0,55	1,19	3,03	5,43	0,305	0,117	0,093 - 0,147
Neue Bundesländer*											
Gesamt	900	387	<0,07	0,09	0,53	0,81	1,61	8,57	0,232	0,100	0,093 - 0,108
Versorgungsart											
Wasserwerksversorgte	837	371	<0,07	0,08	0,51	0,80	1,52	8,57	0,217	0,097	0,090 - 0,105
Eigenversorger	47	12	<0,07	0,18	2,04	2,95		5,43	0,527	0,188	0,126 - 0,280
Alte Bundesländer*											
Gesamt	3861	1767	<0,07	0,08	0,32	0,51	0,87	19,8	0,157	0,083	0,081 - 0,086
Versorgungsart											
Wasserwerksversorgte	3668	1668	<0,07	0,08	0,32	0,51	0,85	19,8	0,157	0,084	0,081 - 0,086
Eigenversorger	67	36	<0,07	<0,07	0,48	0,51	0,82	0,98	0,149	0,083	0,065 - 0,107

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Anzahl der Werte unter der Bestimmungsgrenze; Bestimmungsgrenze: 0,07 µg/l; Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt; 10, 50, 90, 95, 98 = Perzentile; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel; KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM; * = Merkmal signifikant (p≤0,001) nach Varianzanalyse bzw. Zweistichproben-t-Test; Erläuterungen zu den Gliederungsmerkmalen siehe Anhang 10.2

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

Tab. 5.4.2: Zeitlicher Vergleich der Cadmiumgehalte (µg/l) in Stagnationsproben des häuslichen Trinkwassers der 25- bis 69-jährigen deutschen Bevölkerung [Bestimmungsgrenze: 0,10 µg/l]

	N	n<BG	10	50	90	95	98	MAX	AM	GM	KI GM
Deutschland *											
Umwelt-Survey 1990/92	4002	1911	<0,10	0,10	0,61	1,07	1,85	57,0	0,291	0,128	0,124 - 0,133
Umwelt-Survey 1998	4070	2349	<0,10	<0,10	0,37	0,57	1,07	19,8	0,178	0,097	0,094 - 0,099
Neue Bundesländer *											
Umwelt-Survey 1991/92	1492	710	<0,10	0,11	0,81	1,27	2,46	16,0	0,359	0,141	0,132 - 0,149
Umwelt-Survey 1998	880	483	<0,10	<0,10	0,52	0,90	1,85	8,57	0,243	0,111	0,104 - 0,119
Alte Bundesländer *											
Umwelt-Survey 1985/86	2578	908	<0,10	0,20	0,70	1,00	1,50	7,90	0,326	0,184	0,176 - 0,192
Umwelt-Survey 1990/91	2509	1200	<0,10	0,10	0,59	1,00	1,69	57,0	0,273	0,125	0,120 - 0,130
Umwelt-Survey 1998	3190	1864	<0,10	<0,10	0,33	0,52	0,88	19,8	0,162	0,093	0,091 - 0,096

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Anzahl der Werte unter der Bestimmungsgrenze; Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt; 10, 50, 90, 95, 98 = Perzentile; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel; KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM; * = Merkmal signifikant (p≤0,001) nach Varianzanalyse bzw. Zweistichproben-t-Test. Daten personenbezogen gewichtet auf Basis des Mikrozensus 1998. Auf Grund unterschiedlicher Gewichtung für gesamt-deutsche und regionale Auswertungen ist keine Rückrechnung gesamtdeutscher Kennwerte aus Kennwerten für die alten und die neuen Länder möglich (z.B. Fallzahlen, vgl. Kap. 4.3).

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

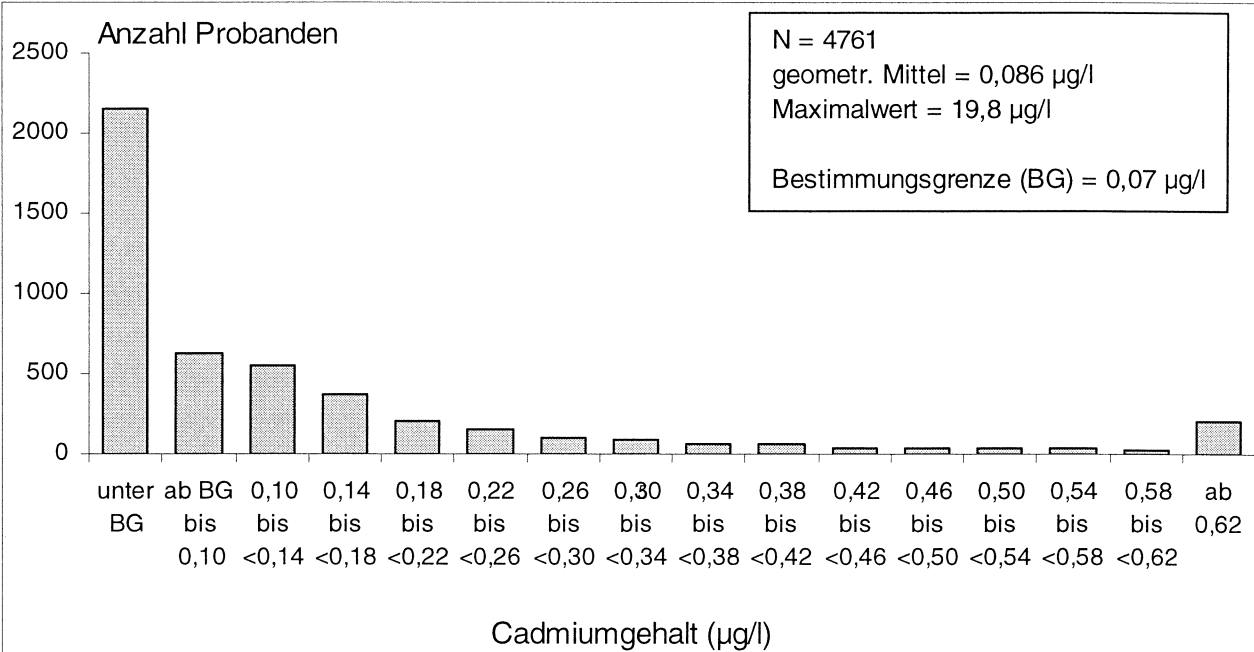


Abb. 5.4.1: Cadmiumgehalt im häuslichen Trinkwasser der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

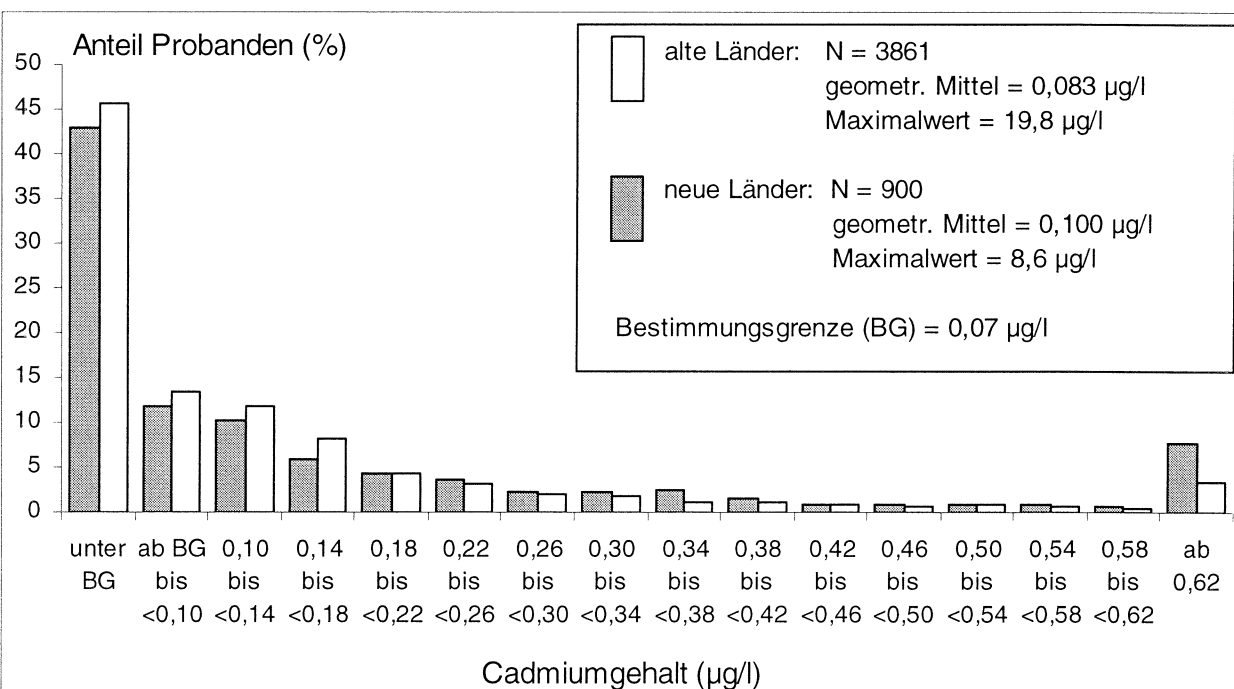


Abb. 5.4.2: Cadmiumgehalt im häuslichen Trinkwasser der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung der alten und neuen Länder

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

5.5 Kupfer

Erhöhte Kupfergehalte können sich aus der Verwendung von Kupferrohren für die Wasserversorgung ergeben. Kupferrohre dürfen gemäß der DIN 50930 (Teil 5) und der TrinkwV nur dann verlegt werden, wenn das darin zu transportierende Wasser Calciumcarbonat gesättigt ist und der dazugehörige pH-Wert über 7,0 liegt.

Bei der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung der Bundesrepublik wird in der Stagnationsprobe des häuslichen Trinkwassers ein mittlerer Kupfergehalt von 134 µg/l ermittelt (Tab. 5.5.1). In den alten Bundesländern liegt mit 142 µg/l ein signifikant höherer Kupfergehalt vor als in den neuen Bundesländern mit 104 µg/l. Es ist anzunehmen, dass Installationen aus Kupfer in den neuen Bundesländern noch immer weniger verbreitet sind, als in den alten Bundesländern. Im Umwelt-Survey 1990/92 gaben 30 % der Probanden an, dass Kupfer als Material für die häusliche Wasserleitung verwendet sei. Der Anteil lag mit 36 % in den alten Bundesländern deutlich über dem Anteil in den neuen Bundesländern mit 7 %.

Das Merkmal Versorgungsart zeigt für den Kupfergehalt in der Stagnationsprobe keinen eindeutigen Effekt. Tendenziell liegen die Werte der hohen Perzentile und das arithmetische Mittel der Kupfergehalte bei Eigenversorgung höher als bei Wasserwerksversorgung. Im vorangegangenen Survey konnte gezeigt werden, dass bei Vorliegen kupferhaltiger Installationen (subjektive Angabe der Befragten), die Kupfergehalte im gesamtdeutschen Mittel um das vierfache über denen bei nicht kupferhaltiger Hausinstallation liegen (Becker et al. 1997).

Die Gegenüberstellung der in den drei Umwelt-Surveys im häuslichen Trinkwasser der 25- bis 69-jährigen Bevölkerung ermittelten Daten (Tab. 5.5.2) macht deutlich, dass der mittlere Kupfergehalt in der Stagnationsprobe in den alten und in neuen Bundesländern deutlich zugenommen hat. In den neuen Bundesländern hat sich der mittlere Kupfergehalt von 27 µg/l (1991/92) auf 102 µg/l (1998) erhöht. In den alten Bundesländern hat sich der Kupfergehalt von 1985/86 bis 1998 fast verdoppelt (77 µg/l gegenüber 143 µg/l).

Der Richtwert für Kupfer der derzeit gültigen TrinkwV von 3 mg/l ist bei 0,8 % der Stagnationsproben überschritten. Bei Versorgung über eine eigene Anlage beträgt dieser Anteil 3,5 %. Die im November 1998 verabschiedete EU-Trinkwasserrichtlinie (EU 1998) sieht einen Parameterwert von 2 mg/l vor. Den Probanden, deren Trinkwasser einen Gehalt von mehr als 2 mg/l Kupfer aufwies, wurde empfohlen, für die Zubereitung von Säuglings- und Kleinkindernahrung das Wasser ablaufen zu lassen oder abgepacktes Wasser zu verwenden.

Überschreitungen des Grenzwertes für Kupfer kommen nach den von den öffentlichen Wasserversorgern zur Verfügung gestellten Analysedaten aus den Wasserwerken, welche die Probanden beliefern, nicht vor (Kap. 3, Anhang 10.1).

Tab. 5.5.1: Kupfergehalt in Stagnationsproben des häuslichen Trinkwassers ($\mu\text{g/l}$) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland

	N	n<BG	10	50	90	95	98	MAX	AM	GM	KI GM
Deutschland											
Gesamt	4767	390	20	150	890	1400	2100	11000	341	134	128 - 139
Versorgungsart											
Wasserwerksversorgte	4510	360	20	150	910	1400	2100	11000	340	136	130 - 141
Eigenversorger	114	14	<20	121	810	2580	8750	10600	517	111	82 - 151
Neue Bundesländer*											
Gesamt	901	141	<20	100	1050	1800	2430	10200	368	104	93 - 116
Versorgungsart											
Wasserwerksversorgte	838	129	<20	100	1065	1700	2280	4800	355	105	94 - 117
Eigenversorger	47	8	<20	101	2575	5466		10200	698	114	67 - 195
Alte Bundesländer*											
Gesamt	3866	249	20	160	870	1300	2000	11000	335	142	136 - 148
Versorgungsart											
Wasserwerksversorgte	3672	231	20	160	880	1300	2000	11000	337	144	137 - 150
Eigenversorger	67	6	<20	130	730	1188	7320	10600	389	110	77 - 157

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Anzahl der Werte unter der Bestimmungsgrenze; Bestimmungsgrenze: 20 $\mu\text{g/l}$; Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt; 10, 50, 90, 95, 98 = Perzentile; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel; KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM; * = Merkmal signifikant ($p \leq 0,001$) nach Varianzanalyse bzw. Zweistichproben-t-Test; Erläuterungen zu den Gliederungsmerkmalen siehe Anhang 10.2

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

Tab. 5.5.2: Zeitlicher Vergleich der Kupfergehalte ($\mu\text{g/l}$) in Stagnationsproben des häuslichen Trinkwassers der 25- bis 69-jährigen deutschen Bevölkerung [Bestimmungsgrenze: 20 $\mu\text{g/l}$]

	N	n<BG	10	50	90	95	98	MAX	AM	GM	KI GM
Deutschland *											
Umwelt-Survey 1990/92	4003	543	<20	90	815	1300	2000	5600	293	98	94 - 103
Umwelt-Survey 1998	4076	333	20	150	870	1400	2100	11000	341	133	128 - 139
Neue Bundesländer *											
Umwelt-Survey 1991/92	1492	624	<20	20	132	450	1500	5600	112	27	25 - 29
Umwelt-Survey 1998	882	137	<20	90	1020	1700	2480	10200	364	102	91 - 113
Alte Bundesländer *											
Umwelt-Survey 1985/86	2578	435	<20	60	650	1080	1760	5090	240	77	73 - 82
Umwelt-Survey 1990/91	2510	160	20	140	920	1380	2060	5200	340	136	129 - 144
Umwelt-Survey 1998	3194	201	20	160	860	1300	2000	11000	335	143	136 - 150

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Anzahl Werte der unter der Bestimmungsgrenze; Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt; 10, 50, 90, 95, 98 = Perzentile; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel; KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM; * = Merkmal signifikant ($p \leq 0,001$) nach Varianzanalyse bzw. Zweistichproben-t-Test. Daten personenbezogen gewichtet auf Basis des Mikrozensus 1998. Auf Grund unterschiedlicher Gewichtung für gesamt-deutsche und regionale Auswertungen ist keine Rückrechnung gesamtdeutscher Kennwerte aus Kennwerten für die alten und die neuen Länder möglich (z.B. Fallzahlen, vgl. Kap. 4.3).

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

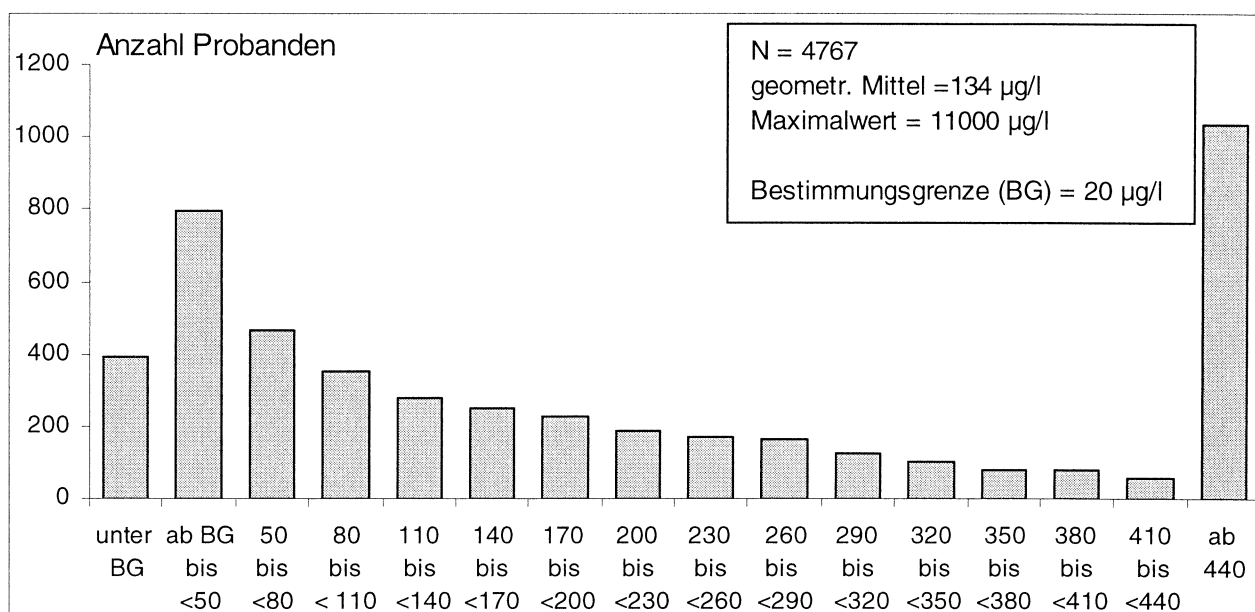


Abb. 5.5.1: Kupfergehalt im häuslichen Trinkwasser der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

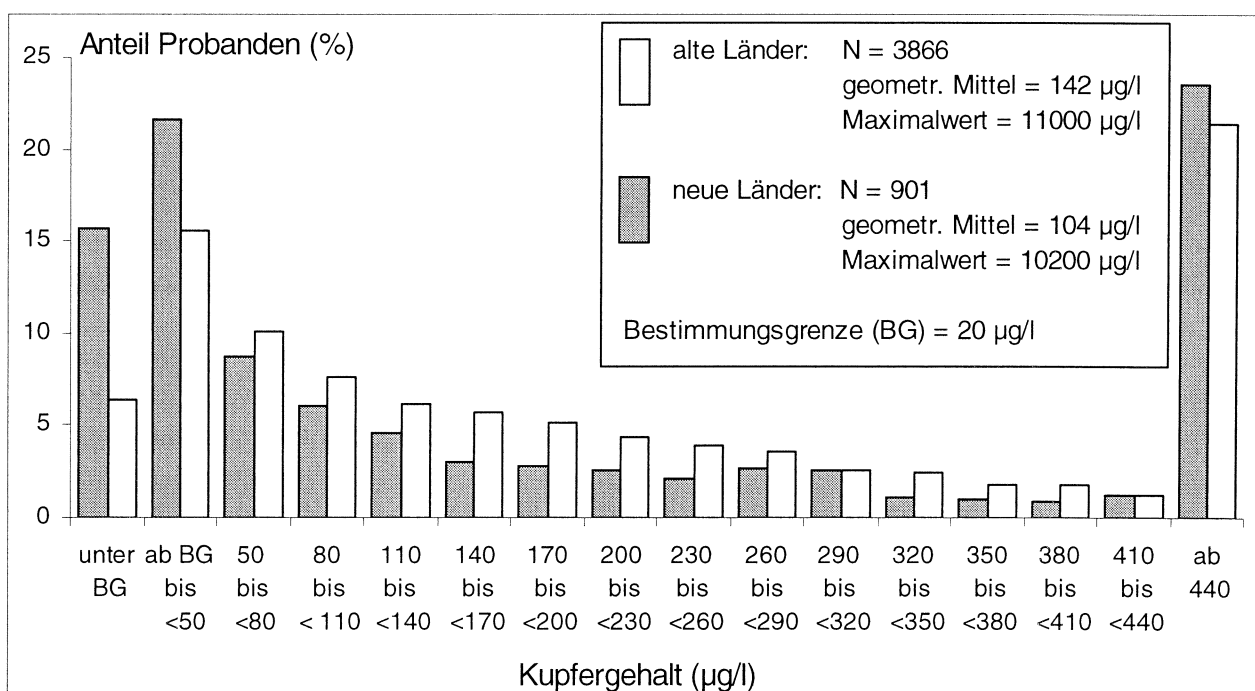


Abb. 5.5.2: Kupfergehalt im häuslichen Trinkwasser der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung der alten und neuen Länder

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

5.6 Nickel

Nickel kann geogen, d.h. durch Verwitterung von Untergrundgestein und anthropogen durch Mobilisierung bei Eintrag von Nitrat in den Boden in das Rohwasser gelangen. In den letzten Jahren wurden steigende Nickelgehalte in Trinkwässern festgestellt, vor allem in Norddeutschland (Friedle 2000). Am häuslichen Zapfhahn können sich die Nickelgehalte zudem durch die Verwendung nickelhaltiger Armaturen und Lote weiter deutlich erhöhen.

Bei der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung wird im Stagnationswasser ein mittlerer Nickelgehalt (GM) von 5,7 µg/l ermittelt (Tab. 5.6.1). In den neuen Bundesländern ist der Nickelgehalt mit 8,1 µg/l gegenüber 5,3 µg/l in den alten Bundesländern deutlich höher.

Die Art der Wasserversorgung ist für den Nickelgehalt in der Stagnationsprobe nicht von Relevanz.

Der Grenzwert der derzeit gültigen TrinkwV für Nickel beträgt 50 µg/l. Bei 4,8 % der Stagnationsproben (4,2 % in den alten Bundesländern und 7,4 % in den neuen Bundesländern) wurde dieser Wert überschritten. Im Fall einer Eigenversorgung liegt der Anteil bei 7%. In diesem Zusammenhang sei aber darauf hingewiesen, dass sich bei Folgeuntersuchungen im Zusammenhang mit dem Umwelt-Survey herausstellte, dass sich die Höhe der Nickelgehalte im Trinkwasser mit steigendem Probevolumen sehr stark verringerte. Der starke Einfluss der Armaturen auf den Nickelgehalt in der Stagnationsprobe wird damit deutlich.

Gemäß der von den Gesundheitsämtern bereitgestellten Daten über die Qualität des von den öffentlichen Wasserversorgern für die Probanden bereitgestellten Trinkwassers kommen Überschreitungen des Grenzwertes für Nickel nicht vor (Kap. 3, Anhang 10.1).

Tab. 5.6.1: Nickelgehalt in Stagnationsproben des häuslichen Trinkwassers (µg/l) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland

	N	n<BG	10	50	90	95	98	MAX	AM	GM	KI GM
Deutschland											
Gesamt	4761	3	1,5	4,9	26,5	48,3	107	2920	16,2	5,73	5,55 - 5,92
Versorgungsart											
Wasserwerksversorgte	4505	3	1,5	5,0	26,5	48,7	108	2920	16,5	5,76	5,57 - 5,96
Eigenversorger	114	0	1,7	5,5	40,7	93,0	188	206	17,6	6,76	5,37 - 8,52
Neue Bundesländer*											
Gesamt	900	1	2,0	7,1	40,5	74,1	141	1080	21,2	8,08	7,48 - 8,74
Versorgungsart											
Wasserwerksversorgte	837	1	2,0	7,1	40,4	74,0	134	1080	21,1	7,98	7,36 - 8,65
Eigenversorger	47	0	3,4	10,2	71,9	183		206	28,0	12,7	9,10 - 17,7
Alte Bundesländer*											
Gesamt	3861	2	1,4	4,6	23,1	43,1	100	2920	15,1	5,29	5,10 - 5,48
Versorgungsart											
Wasserwerksversorgte	3668	2	1,4	4,6	23,5	43,9	103	2920	15,4	5,34	5,15 - 5,55
Eigenversorger	67	0	1,5	2,9	29,3	62,3	102	108	10,2	4,34	3,31 - 5,69

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Anzahl der Werte unter der Bestimmungsgrenze; Bestimmungsgrenze: 0,5 µg/l; Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt; 10, 50, 90, 95, 98 = Perzentile; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel; KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM; * = Merkmal signifikant (p≤0,001) nach Varianzanalyse bzw. Zweistichproben-t-Test; Erläuterungen zu den Gliederungsmerkmalen siehe Anhang 10.2

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

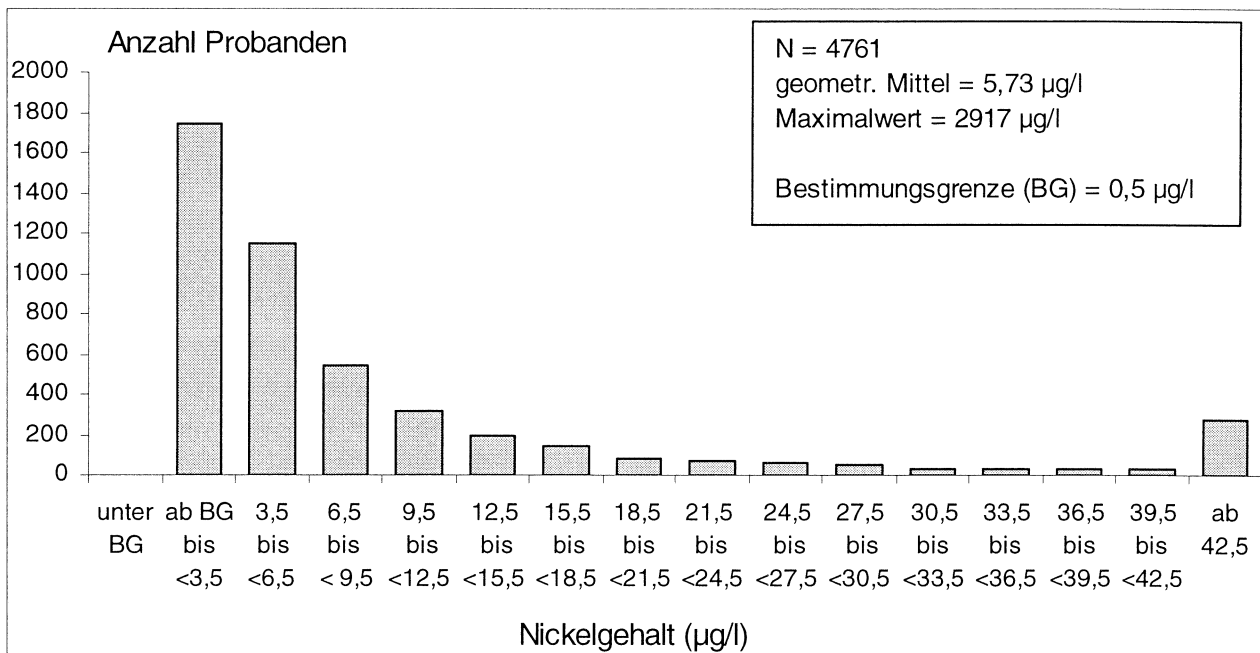


Abb. 5.6.1: Nickelgehalt im häuslichen Trinkwasser der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

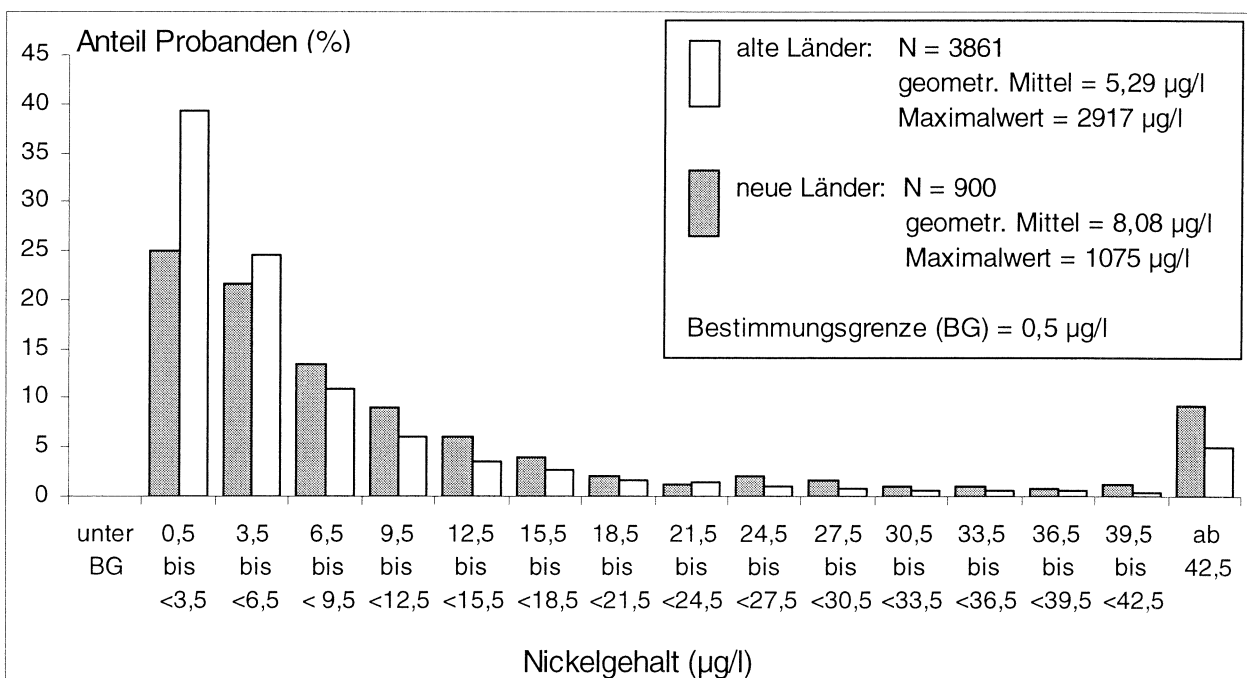


Abb. 5.6.2: Nickelgehalt im häuslichen Trinkwasser der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung der alten und neuen Länder

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

5.7 Zink

Erhöhte Zinkwerte im Trinkwasser können geogen bedingt oder auf die Verwendung von verzinkten Stahlrohren in der Hausinstallation zurückzuführen sein. Die Abgabe von Zink an das Trinkwasser lässt im Laufe der Betriebszeit dieser Rohre nach.

Bei der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung der Bundesrepublik wird in der Stagnationsprobe des häuslichen Trinkwassers ein mittlerer Zinkgehalt von 335 µg/l ermittelt (Tab. 5.7.1). Signifikant unterschiedliche Zinkgehalte in der Stagnationsprobe sind bei der Bevölkerung in den alten Ländern mit 304 µg/l im Mittel und in den neuen Ländern mit 512 µg/l festzustellen.

Bei Eigenversorgung wird mit 669 µg/l ein signifikant höherer Zinkgehalt in der Stagnationsprobe festgestellt als bei Versorgung über eine öffentliche Wasserversorgung mit 332 µg/l. Besonders deutlich ist dieser Unterschied in den neuen Bundesländern. Dort liegt bei Eigenversorgung ein mittlerer Zinkgehalt von 1380 µg/l vor.

Im Umwelt-Survey 1990/92 gaben 33 % der Probanden der alten Bundesländer und 67 % der Probanden der neuen Bundesländer an, dass verzinkte Stahlrohre in ihrer häuslichen Trinkwasserinstallation verwendet sind. Besonders Eigenversorger der neuen Bundesländer gaben diesen Werkstoff an (83 % der Befragten).

Der in der Tabelle 5.7.2 dargestellte zeitliche Vergleich der in den drei Umwelt-Surveys ermittelten Daten zum Zinkgehalt im häuslichen Stagnationswasser der 25- bis 69-jährigen Bevölkerung zeigt eine Abnahme sowohl in den alten als auch in den neuen Bundesländern. In den neuen Bundesländern beträgt die prozentuale Verringerung bezogen auf 1990/92 32 %, in den alten Bundesländern 22 %.

Überschreitungen des derzeit gültigen Richtwertes für Zink von 5 mg/l kommen bei rund 1 % der Stagnationsproben vor. In den neuen Bundesländern kommen Überschreitungen etwas häufiger vor (2,3 % im Vergleich zu 0,6 % in den alten Bundesländern). Bei Betrieb von Eigenversorgungsanlagen ist die Häufigkeit der Überschreitungen des Richtwertes höher (6,1 % gegenüber 0,8 % bei Versorgung über ein Wasserwerk). Den Probanden des Umwelt Surveys mit Zinkgehalten im Trinkwasser oberhalb des Grenzwertes wurde empfohlen das Wasser vor Verzehr ausreichend ablaufen zu lassen.

Gemäß der von den Gesundheitsämtern bereitgestellten Daten über die Qualität des von den öffentlichen Wasserversorgern für die Probanden bereitgestellten Trinkwassers kommen Überschreitungen des Grenzwertes für Zink nicht vor (Kap. 3, Anhang 10.1).

Tab. 5.7.1: Zinkgehalt in Stagnationsproben des häuslichen Trinkwassers ($\mu\text{g/l}$) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland

	N	n<BG	10	50	90	95	98	MAX	AM	GM	KI GM
Deutschland											
Gesamt	4767	12	70	340	1700	2600	3800	24000	695	335	324 - 347
Versorgungsart*											
Wasserwerksversorgte	4510	12	70	340	1700	2500	3700	19000	676	332	321 - 344
Eigenversorger	114	0	122	710	3960	6420	16800	24000	1700	669	518 - 863
Neue Bundesländer*											
Gesamt	901	0	90	530	2900	3800	5500	17000	1100	512	471 - 557
Versorgungsart*											
Wasserwerksversorgte	838	0	90	490	2700	3800	5090	13000	1030	485	445 - 529
Eigenversorger	47	0	261	1500	5560	11200		17000	2520	1380	989 - 1940
Alte Bundesländer*											
Gesamt	3866	12	60	310	1500	2200	3200	24000	600	304	292 - 315
Versorgungsart*											
Wasserwerksversorgte	3672	12	60	320	1500	2200	3200	19000	596	305	293 - 317
Eigenversorger	67	0	69	383	2470	4500	17400	24000	1120	400	293 - 547

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Anzahl der Werte unter der Bestimmungsgrenze; Bestimmungsgrenze: 20 $\mu\text{g/l}$; Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt; 10, 50, 90, 95, 98 = Perzentile; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel; KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM; * = Merkmal signifikant ($p \leq 0,001$) nach Varianzanalyse bzw. Zweistichproben-t-Test; Erläuterungen zu den Gliederungsmerkmalen siehe Anhang 10.2

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

Tab. 5.7.2: Zeitlicher Vergleich der Zinkgehalte ($\mu\text{g/l}$) in Stagnationsproben des häuslichen Trinkwassers der 25- bis 69-jährigen deutschen Bevölkerung [Bestimmungsgrenze: 20 $\mu\text{g/l}$]

	N	n<BG	10	50	90	95	98	MAX	AM	GM	KI GM
Deutschland *											
Umwelt-Survey 1990/92	4000	16	90	470	2400	3400	5100	22000	954	456	438 - 474
Umwelt-Survey 1998	4076	8	70	350	1800	2700	3900	24000	716	346	333 - 359
Neue Bundesländer *											
Umwelt-Survey 1991/92	1492	1	120	760	4300	6800	10400	22000	1750	768	717 - 823
Umwelt-Survey 1998	882	0	90	540	3000	3800	6070	17000	1120	518	476 - 565
Alte Bundesländer *											
Umwelt-Survey 1985/86	2578	38	60	430	2030	2920	4330	12900	818	375	356 - 396
Umwelt-Survey 1990/91	2508	12	80	420	1990	2700	3600	11700	753	399	381 - 418
Umwelt-Survey 1998	3194	8	60	320	1500	2200	3230	24000	613	312	300 - 325

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; n<BG = Anzahl der Werte unter der Bestimmungsgrenze; Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt; 10, 50, 90, 95, 98 = Perzentile; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel; KI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM; * = Merkmal signifikant ($p \leq 0,001$) nach Varianzanalyse bzw. Zweistichproben-t-Test. Daten personenbezogen gewichtet auf Basis des Mikrozensus 1998. Auf Grund unterschiedlicher Gewichtung für gesamt-deutsche und regionale Auswertungen ist keine Rückrechnung gesamtdeutscher Kennwerte aus Kennwerten für die alten und die neuen Länder möglich (z.B. Fallzahlen, vgl. Kap. 4.3).

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

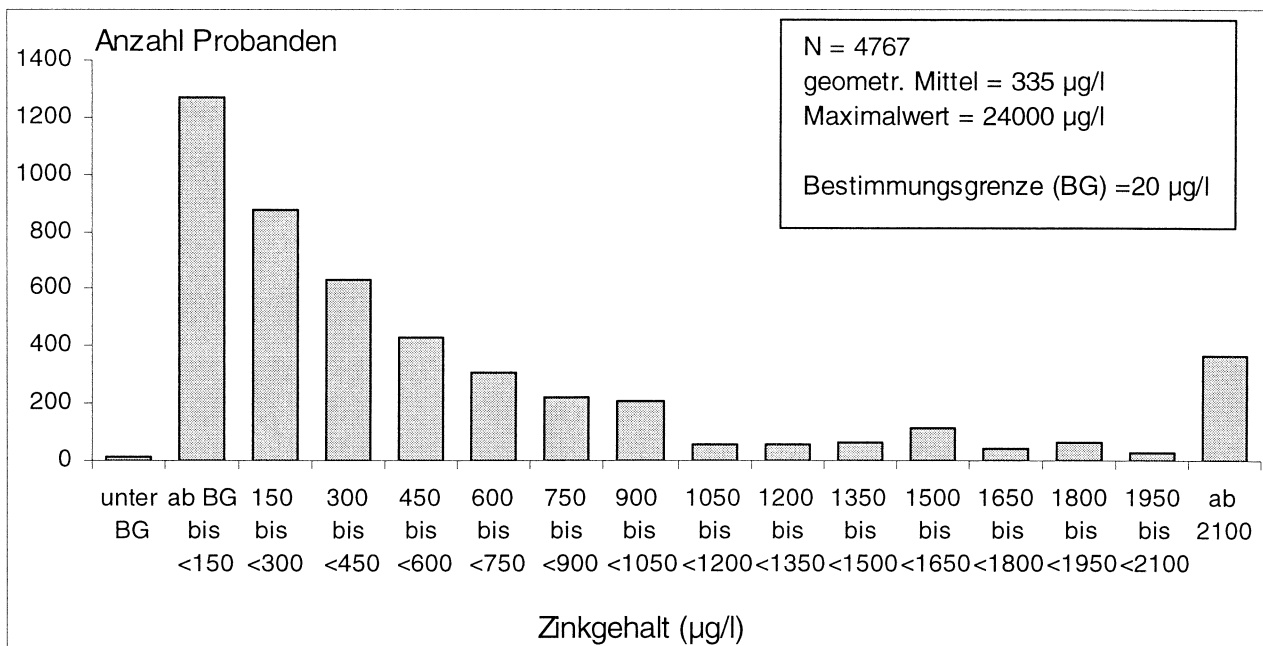


Abb. 5.7.1: Zinkgehalt im häuslichen Trinkwasser der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

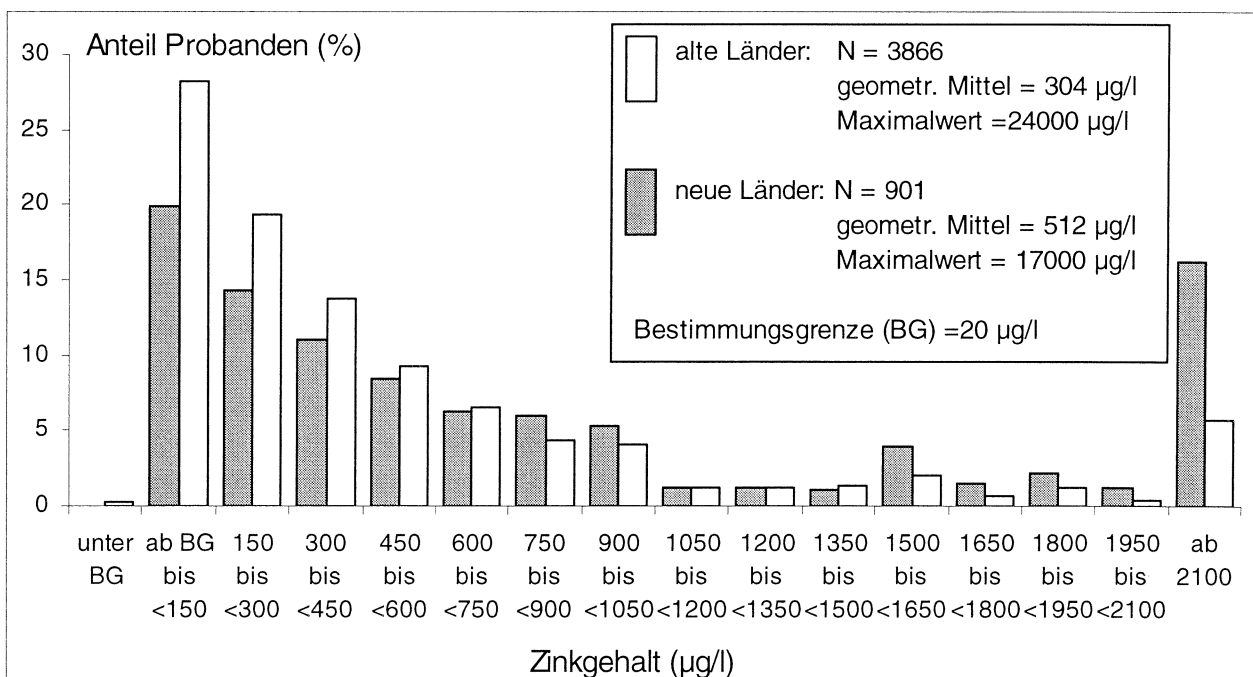


Abb. 5.7.2: Zinkgehalt im häuslichen Trinkwasser der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung der alten und neuen Länder

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

6 Daten zur Abschätzung der Exposition über das häusliche Trinkwasser

In seinem Bericht „Standards zur Expositionsabschätzung“ hat der Ausschuss für Umwelt-hygiene der Arbeitsgemeinschaft der obersten Landesgesundheitsbehörden (AOLG, ehemals: AGLMB) auf die mit einer Expositionsabschätzung verbundenen Schwierigkeiten hingewiesen, die auf einer durch unterschiedliche Lebensbedingungen und -gewohnheiten wie Art der Berufstätigkeit, Alter, Geschlecht, Einkommen sowie regionale Gegebenheiten basierenden räumlichen und zeitlichen Variabilität der Expositionsbedingungen hervorgerufen wird (AGLMB 1995). Es wurde dargestellt, dass die Trinkwasseraufnahme zu den mit mittlerer Unsicherheit behafteten Größen im Rahmen einer Expositionsabschätzung zu zählen ist. Mit der ersten Auswertung der Daten des Umwelt-Surveys 1990/92 konnte ein Beitrag zur Expositionsabschätzung über den Trinkwasserpfad der 25- bis 69-jährigen Bevölkerung geleistet werden (Becker et al. 1997). Mit der nun vorliegenden Auswertung wird die Datenlage aktualisiert.

6.1 Verhalten bei der Entnahme von Trinkwasser

Der Umwelt-Fragebogen des Umwelt-Surveys enthielt die folgende Frage:

Wenn Sie aus Ihrem Wasserhahn Wasser, z.B. zur Zubereitung von Kaffee oder Tee oder zum Kochen entnehmen,

- lassen sie das Wasser im Allgemeinen erst für einige Zeit laufen oder*
- verwenden sie es sofort nach Öffnen des Wasserhahns oder*
- benutzen Sie kein Wasser aus dem Wasserhahn zu den angegebenen Zwecken ?*

40,9 % der Bevölkerung lassen das Wasser vor der Entnahme für einige Zeit ablaufen. 58,1 % verwenden es sofort und 1,0 % verwenden kein Trinkwasser für die angegebenen Zwecke. Unterschiede im Entnahmeverhalten bezüglich Geschlecht, Schulbildung, Wohnort in den alten oder neuen Bundesländern und Versorgungsart sind statistisch nicht signifikant.

6.2 Täglicher Trinkwasserkonsum am häuslichen Zapfhahn

Den im Folgenden deskribierten Trinkwasservolumina liegen die Fragebogenangaben der Probanden im Umweltfragebogen zugrunde. Die Probanden haben die folgende Frage beantwortet:

Welche Mengen Trinkwasser aus Leitungen ihres Haushaltes nehmen Sie an einem Tag durchschnittlich zu sich ?

Als Anwendungsformen wurden vorgegeben:

Kaffee oder Tee (kleine Tassen)

- *fast nie*
- *weniger als 1 Tasse*
- *1 bis 2 Tassen*
- *3 bis 4 Tassen*
- *5 bis 6 Tassen*
- *mehr als 6 Tassen*

Leitungswasser „pur“ oder zur Zubereitung von Saft aus Saftkonzentrat oder ähnlichem

- *fast nie*
- *weniger als 1 Glas*
- *1 bis 2 Gläser*
- *3 bis 4 Gläser*
- *5 bis 6 Gläser*
- *mehr als 6 Gläser (0,25 l)*

Suppen

- *fast nie*
- *weniger als 1 Tasse/Teller*
- *1 bis 2 Tassen/Teller*
- *mehr als 3 Tassen/Teller (0,25 l).*

Einer Tasse Kaffee/Tee wurde ein Volumen von 125 ml zugeordnet. Die Kategorien der Anwendungsformen wurden gemittelt, die Kategorie 3-4 Tassen Kaffee/Tee wurde z.B. mit einem Wert von $3,5 \times 125$ ml berücksichtigt. Bei der Kategorie '*mehr als 6 Tassen*' wurde aufgrund der Erfahrungen des Umwelt-Surveys 1990/92 eine Häufigkeit von 8 Tassen, in den Kategorien Leitungswasser pur und Suppen jeweils ein Wert von 8 Gläsern bzw. 3,5 Tassen/Teller angenommen.

In der Tabelle 6.2.1 ist das Ergebnis dieser Auswertung dargestellt. Demnach nimmt die 18- bis 69-jährige Bevölkerung in der Bundesrepublik im eigenen Haushalt für die o.g. Zwecke ein Trinkwasservolumen von 688 ml/Tag (Median) zu sich. Personen aus den alten Bundesländern nehmen ein signifikant größeres Volumen zu sich als Erwachsene der neuen Bundesländer (688 ml/Tag gegenüber 563 ml/Tag). Frauen konsumieren im eigenen Haushalt mit 813 ml/Tag ein signifikant größeres Volumen als Männer mit 688 ml/Tag. Personen bis zu einem

Lebensalter von 39 Jahren nehmen weniger Trinkwasser zu sich als ältere Personen ab einem Alter von 40 Jahren. Die Versorgungsart (Wasserwerk oder Eigenversorgungsanlage) hat keinen Einfluss auf das am häuslichen Zapfhahn konsumierte Trinkwasservolumen.

Da mit der vorliegenden Auswertung nur der häusliche Trinkwasserkonsum abgeschätzt wird, ist es naheliegend, dass die Zeit der Anwesenheit in der häuslichen Wohnumgebung einen deutlichen Einfluss auf das konsumierte Trinkwasservolumen hat. Die Berufstätigkeit ist eine geeignete Größe, um diesen Effekt zu beschreiben. Nicht berufstätige Personen konsumieren am häuslichen Zapfhahn ein größeres Trinkwasservolumen als Berufstätige (813 ml/Tag gegenüber 688 ml/Tag). Auf alle oben genannten Gliederungsmerkmale dürfte dies einen entsprechenden Confoundereffekt ausüben. Der Vergleich des konsumierten Trinkwasservolumens von berufstätigen Männern und von berufstätigen Frauen verdeutlicht dies insofern, dass kein Unterschied festzustellen ist. Der deskribierte Effekt des Geschlechts dürfte somit auf die Berufstätigkeit zurückzuführen sein.

Im Umwelt-Survey 1990/92 wurden die konsumierten Trinkwasservolumen der 25- bis 69-jährigen deutschen Bevölkerung ebenfalls mittels Fragebogen erfasst. Das konsumierte Volumen aus Leitungen des Haushaltes betrug 630 ml (Median) und 130 ml aus Leitungen außerhalb des Haushaltes. Berufstätige verwendeten außerhalb des Haushaltes 250 ml für die oben genannten Zwecke, während für nicht berufstätige Personen ein Volumen von weniger als 10 ml resultierte (Becker et al. 1997).

Für einen Vergleich der Ergebnisse der beiden Umwelt-Surveys sind zunächst die unterschiedlichen Populationen (Altersbereiche) zu berücksichtigen. Außerdem wurden in den beiden Surveys die nötigen Informationen etwas unterschiedlich erhoben. Der wesentliche Unterschied ist, dass im Umwelt-Survey 1990/92 die Antworten zu den konsumierten Volumina nicht kategorisiert und keine Volumina für die Portionsgrößen vorgegeben waren. Der Vergleich mit anderen im Rahmen des damaligen Umwelt-Surveys durchgeführten Erhebungsmethoden machte deutlich, dass dies eher zu einer Überschätzung führte. Insofern stellt die aktuelle Vorgehensweise eine Verbesserung der Abfragetechnik dar. Zukünftig sollte aber eine nach oben offene höchste Kategorie (z.B. mehr als 6 Tassen Kaffee oder Tee) vermieden werden.

**Tab. 6.2.1: Konsumierte Trinkwasservolumina (ml pro Tag) aus Leitungen des Haushalts
- 18-bis 69-jährige Bevölkerung in Deutschland –**

	N	10	50	90	95	98	MAX	AM
Deutschland	4680	188	688	1500	1940	2500	3880	826
Alte/Neue Bundesländer*								
Neue Bundesländer	884	188	563	1380	1560	2000	3880	739
Alte Bundesländer	3796	188	688	1500	2000	2530	3880	846
Geschlecht*								
Männer	2358	188	688	1440	1880	2440	3880	787
Frauen	2322	188	813	1560	2000	2500	3880	865
Berufstätigkeit*								
berufstätig	2814	188	688	1500	2000	2500	3880	790
nicht berufstätig	1837	313	813	1500	1880	2460	3880	880
Männer*								
berufstätig	1691	188	688	1440	1950	2450	3880	774
nicht berufstätig	654	188	813	1380	1690	2380	3400	822
Frauen*								
berufstätig	1123	188	688	1500	2000	2530	3880	814
nicht berufstätig	1182	313	813	1560	1960	2510	3880	913
Lebensalter*								
18-29 Jahre	955	63	563	1500	2000	2590	3880	719
30-39 Jahre	1096	188	688	1560	2030	2500	3880	831
40-49 Jahre	951	188	813	1500	1940	2560	3880	862
50-59 Jahre	898	313	813	1440	1880	2290	3880	847
60-69 Jahre	780	438	813	1440	1750	2250	3100	880
Versorgungsart								
Wasserwerksversorgte	4435	188	688	1500	1940	2500	3880	824
Eigenversorger	104	234	688	1690	1930	3410	3880	857

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; 10, 50, 90, 95, 98 = Perzentile; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel;
KI AM = Konfidenzintervall des arithmetischen Mittels; * = Merkmal signifikant ($p \leq 0,001$) nach Mann-Whitney-U-Test
bzw. Kruskal-Wallis-H-Test; Erläuterungen zu den Gliederungsmerkmalen siehe Anhang 10.1

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

6.3 Tägliche Zufuhr an Elementen mit dem häuslichen Trinkwasser

Die Multiplikation der auf der individuellen Ebene ermittelten täglich konsumierten Trinkwasservolumina mit dem analytisch ermittelten Stoffgehalt in der Trinkwasserprobe ergibt rein rechnerisch eine zugeführte Stoffmenge. Es ist allerdings an dieser Stelle deutlich darauf hinzuweisen, dass sich die Daten zum konsumierten Trinkwasservolumen zum einen auf die Befragung der Probanden stützen und zum anderen die Stoffgehalte in nur einer Stagnationsprobe analysiert wurden. Insofern kann dieses Vorgehen lediglich eine sehr grobe Abschätzung der Exposition gegenüber der Stoffzufuhr durch das häusliche Trinkwasser liefern. Im Falle von Nickel liegt diesem Vorgehen der *worst case* zu Grunde, bei den anderen Elementen ist dies nicht unbedingt der Fall.

Die mittleren täglichen Zufuhren (Mediane) der Elemente am häuslichen Zapfhahn betragen gemäß dieser Abschätzung für die 18- bis 69-jährige Bevölkerung 0,25 µg Arsen, 1,1 µg Blei, 16 µg Bor, 0,05 µg Cadmium, 88 µg Kupfer, 3,4 µg Nickel und 220 µg Zink (Tab. 6.3.1).

Tab. 6.3.1: Abschätzung der täglichen Zufuhr von Elementen mit dem Trinkwasser aus Leitungen der Haushalte der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland

	N	10	50	90	95	98	MAX	AM
Arsen (µg/Tag)	4675	0,05	0,25	1,28	2,13	3,29	18,2	0,55
Blei (µg/Tag)	4675	0,2	1,1	6,2	10,6	19,7	279	3,0
Bor (µg/Tag)	4675	3	16	94	136	209	1620	36
Cadmium (µg/Tag)	4675	0,01	0,05	0,30	0,49	0,87	9,6	0,133
Kupfer (µg/Tag)	4680	9	88	683	1180	2200	15100	281
Nickel (µg/Tag)	4675	0,7	3,4	20,6	39,3	98	1640	12,7
Zink (µg/Tag)	4680	30	220	1320	2200	3600	17800	544

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; 10, 50, 90, 95, 98 = Perzentile; MAX = Maximalwert;
AM = arithmetisches Mittel

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998, Bundesrepublik Deutschland

Den Tabellen 10.3.1 bis 10.3.7 ist zu entnehmen, dass wie aufgrund des größeren im Hause konsumierten Trinkwasservolumens zu erwarten, die Zufuhr aller Elemente bei nicht berufstätigen Personen höher ist als bei Berufstätigen. Allerdings wird bei Kupfer, Nickel und Zink das gewählte Signifikanzniveau von $p \leq 0,001$ nicht erreicht. Die Stoffzufuhren unterscheiden sich für Männer und Frauen nicht signifikant.

In den neuen Bundesländern ist die Zufuhrrate an Bor, Nickel und Zink mit dem häuslichen Trinkwasser signifikant höher, die Zufuhrrate an Kupfer jedoch niedriger als in den alten Bundesländern. Bei Arsen, Cadmium und Blei liegen keine signifikant unterschiedlichen Expositionen der Bevölkerung aus den alten und neuen Bundesländern vor.

Für den Teil der Bevölkerung, der sein Trinkwasser nicht über eine öffentliche Trinkwasserversorgungsanlage bezieht, ist eine höhere Exposition durch Cadmium, Zink und Blei festzustellen. In diesen Fällen ist dies auf den höheren Gehalt im Trinkwasser zurückzuführen, da sich das konsumierte Trinkwasservolumen bei Eigenversorgern und Wasserwerksversorgten nicht unterscheidet. Die Zufuhrrate von Bor ist höher für den Teil der Bevölkerung, deren Haushalte an eine öffentliche Wasserversorgung angeschlossen ist.

7 Schlussbemerkungen

Um Hinweise auf mögliche Belastungen der Bevölkerung über den Trinkwasserpfad zu erhalten, wurden Blei, Cadmium, Kupfer, Nickel und Zink bestimmt. Diese Metalle können durch Korrosion aus den Rohrleitungen und Installationsmaterialien in das häusliche Trinkwasser gelangen. Die Elemente Arsen und Bor wurden wegen ihrer umweltmedizinischen Bedeutung und der bisher nicht ausreichenden Datenlage in das Untersuchungsprogramm aufgenommen.

Die Trinkwasserproben wurden am Zapfhahn genommen, aus dem die Probanden üblicherweise ihr Wasser für Trink- und Kochzwecke entnehmen. Im Sinne einer Standardisierung der Probenahme zur Erhöhung der Vergleichbarkeit der Daten der Umwelt-Surveys und nicht zuletzt aus Kosten-Nutzen-Erwägungen, wurden nur Proben des Stagnationswassers (nach nächtlicher Standzeit des Wassers) analysiert. Dies ist bei der Interpretation der Daten zu berücksichtigen. Für deutlich durch Armaturen beeinflusste Elemente, wie Nickel, stellt ein solches Vorgehen in Abhängigkeit vom entnommenen Volumen quasi einen *worst case* dar. Bei anderen Elementen, wie Blei, Cadmium und Zink, ist dies nicht unbedingt der Fall, da korrosive Installationsmaterialien an unterschiedlichen Stellen des Leitungssystems vorhanden sein können.

Unter den oben genannten Voraussetzungen ergeben sich Hinweise darauf, dass sich die Belastung des häuslichen Trinkwassers mit Blei, Kupfer und Zink 1998 gegenüber 1990/92 hauptsächlich in den neuen Ländern verändert hat. Dort ist eine Reduzierung der mittleren Blei- und Zinkbelastung und eine deutliche Zunahme der Kupferbelastung in der Stagnationsprobe festzustellen. Diese Ergebnisse dürften sich auf den Austausch alter Rohre gegen Installationen aus Kupfer zurückführen lassen. Der 1998 ermittelte mittlere Cadmiumgehalt weist gegenüber dem 1990/92 ermittelten Gehalt eine geringe, wenn auch signifikante Verringerung auf.

Bei rund 1 % der Bevölkerung ergeben sich Hinweise darauf, dass Überschreitungen der derzeitigen Richtwerte für Zink und Kupfer (5 mg/l bzw. 3 mg/l) vorkommen können. Bei 0,9 % der Bevölkerung wird der derzeit gültige Grenzwert für Blei von 40 µg/l in der Stagnationsprobe nicht eingehalten. In den neuen Ländern treten in der Stagnationsprobe häufiger Blei-, Nickel und Zinkgehalte oberhalb des Grenz- oder Richtwertes auf als in den alten Bundesländern.

Ein besonderes Augenmerk ist auf die 2,5 % der Bevölkerung zu legen, die ihr Trinkwasser aus einer Eigenversorgungsanlage beziehen. Die Ergebnisse des Umwelt-Surveys liefern Hinweise darauf, dass bei ihnen die Grenzwerte der Trinkwasserverordnung häufiger überschritten werden.

Noch immer sind in einigen Haushalten in Deutschland Bleileitungen zur Wasserversorgung vorhanden. Dies bildet sich im Umwelt-Survey entsprechend ab. Hinsichtlich des Vorhandenseins von Bleileitungen und der daraus resultierenden Gefahren sollten die Verbraucher über das Erkennen solcher Leitungen und über mögliche Vorkehrungen, die sie selbst treffen können, wie z.B. das Ablaufen lassen von Stagnationswasser, informiert werden. Für Mieter sollten die Möglichkeiten, einen Austausch der Wasserleitungen bei Ihrem Vermieter zu erwirken, bekannt sein.

Kupferrohre dürfen gemäß den allgemein anerkannten Regeln der Technik nur bei bestimmter Wasserbeschaffenheit eingesetzt werden (Calciumcarbonatsättigung und pH-Wert größer als 7). Das Umweltbundesamt appellierte zuletzt 1998 an Handelsketten und Baumärkte, dafür Sorge zu tragen, dass Materialien für Trinkwasserinstallationen nur mit Warnhinweisen und angemessenen Informationen angeboten werden. Für Kupferrohre erschien dem UBA folgender Warnhinweis angemessen: "Aus gesundheitlichen Gründen dürfen Kupferrohre nicht für Wasser aus Hausbrunnen und nicht für hartes Trinkwasser mit einem pH-Wert unter 7,3 verwendet werden. Gefährdet sind insbesondere Säuglinge." Außerdem wurde darauf hingewiesen, dass das Versorgungsunternehmen oder das Gesundheitsamt Auskunft über geeignete Werkstoffe für Trinkwasserinstallationen im örtlichen Versorgungsgebiet geben und dass nur die vom Versorgungsunternehmen zugelassenen Installateure Neubauten oder Änderungen der Installation vornehmen dürfen.

Über das Vorkommen von Nickel am häuslichen Zapfhahn wurde im Rahmen des Umwelt-Surveys erstmalig berichtet. Es ist festzustellen, dass mit der im Umwelt-Survey durchgeführten Probenahme überwiegend das in den Armaturen stehende Wasser erfasst wurde. Die unerwartete Häufigkeit der Überschreitungen des Grenzwertes der TrinkwV in den Stagnationsproben führte zu einer entsprechenden Diskussion in den Fachgremien und zu Folgeuntersuchungen. Der Entwurf der DIN 50930 Teil 6 zieht erste Konsequenzen aus diesem Sachverhalt.

Für den Fall, dass in zukünftigen Surveys Daten der Wasserwerke vergleichend herangezogen werden sollen, wäre eine Probenahme in den Wasserwerken, wie in den früheren Umwelt-Surveys, vorteilhaft. Der Rückgriff auf in den örtlichen Gesundheitsämtern vorhandene Daten hat sich in diesem Zusammenhang nicht bewährt. Die Qualität der so erhobenen Daten ist wegen der unterschiedlichen analytischen Bestimmungsgrenzen in den Wasserwerken und des nicht deckungsgleichen Zeitraumes nicht ausreichend.

Das vorhandene Instrumentarium der Abfrage des Trinkwasservolumens und der Analyse des häuslichen Trinkwassers ist grundsätzlich für eine Expositionsabschätzung geeignet und kann in zukünftigen Surveys weiterentwickelt werden. Zu berücksichtigen ist allerdings, dass im Rahmen des Umwelt-Surveys die häusliche Exposition erfasst wurde. Dabei wird eine Exposition außerhalb des Haushaltes, z.B. am Arbeitsplatz, nicht berücksichtigt. Die Entnahme nur einer Stagnationsprobe stellt eine Standardisierung dar, die aus Vorsorgegründen angemessen erscheint, da noch kein standardisiertes Verfahren zur Trinkwasserprobenahme zur Verfügung steht. Die europäische Kommission arbeitet derzeit an einem EU-weit einzuführenden Verfahren für eine Probenahme für Trinkwasser am häuslichen Zapfhahn, welche eine für die durchschnittlich wöchentliche Wasseraufnahme durch den Verbraucher repräsentative Probe liefert (Castell-Exner 2000).

8 Literatur

- AGLMB (Arbeitsgemeinschaft der Leitenden Medizinalbeamtinnen und -beamten der Länder): Standards zur Expositionsabschätzung. Bericht des Ausschusses für Umwelthygiene, Behörde für Arbeit, Gesundheit und Soziales (Hrsg.), Hamburg, 1995.
- Becker, K., Müssig-Zufika, M., Hoffmann, K., Krause, C., Meyer, E., Nöllke, P., Schulz, C., Seiwert, M.: Umwelt-Survey 1990/92 Band V: Trinkwasser. Deskription der Spurenelementgehalte im Haushalts- und Wasserwerks-Trinkwasser der Bevölkerung in der Bundesrepublik Deutschland. Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene des Umweltbundesamtes, WaBoLu-Hefte 5, 1997.
- Bellach, B.-M., Knopf, H., Thefeld, W.: Der Bundes-Gesundheitssurvey 1997/98. Gesundheitswesen 60, Sonderheft 2 (1998), 59-68.
- BMU, BMG (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Bundesministerium für Gesundheit, Hrsg.): Dokumentation zum Aktionsprogramm Umwelt und Gesundheit: Sachstand – Problemaufriß – Optionen. Bonn, 1999.
- Castell-Exner, C.: Trinkwasserqualität in Europa – Revision der EG-Trinkwasserrichtlinie. In: Forschungs- und Entwicklungsinstitut für Industrie- und Siedlungswasserwirtschaft sowie Abfallwirtschaft (Hrsg.): Revision der EG-Trinkwasserrichtlinie – Konsequenzen für die deutsche Wasserversorgung. 14. Trinkwasserkolloquium 24.2.2000, Oldenbourg Industrieverlag, München, 2000, 7-24.
- DEV: Normenausschuß Wasserwesen (NAW) im DIN und Fachgruppe Wasserchemie der GDCh (Hrsg.): Deutsche Einheitsverfahren (DEV) zur Wasser-, Abwasser- und Schlamm-Untersuchung. VCH Verlagsgesellschaft, Weinheim, 36. Lieferung, 1996.
- Dieter, H.H.: IV-3.1 Belastung der Umweltmedien – Trinkwasser. In: Wichmann, H.-E., Schlipköter, H.-W., Fülgraf, G.: Handbuch der Umweltmedizin. Loseblattsammlung, 5. Ergänzungslieferung, ecomed-Verlag, Landsberg/Lech, 1994.
- DIN 50930, Teil 1 bis 5: Korrosion metallischer Werkstoffe im Innern von Rohrleitungen, Behältern und Apparaten bei Korrosionsbelastung durch Wässer. Beuth Verlag, Berlin, 1993.
- EU: Richtlinie des Rates über die Qualität des Wassers für den menschlichen Gebrauch (98/83/EG) vom 3. November 1998. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft Nr. L 330 vom 5.12.98, S. 32-54.
- Friedle, M.: Die Bedeutung von Nickel für die Wasserqualität und Aufbereitungsmöglichkeiten. In: Forschungs- und Entwicklungsinstitut für Industrie- und Siedlungswasserwirtschaft sowie Abfallwirtschaft (Hrsg.): Revision der EG-Trinkwasserrichtlinie – Konsequenzen für die deutsche Wasserversorgung. 14. Trinkwasserkolloquium 24.2.2000, Oldenbourg Industrieverlag, München, 2000, 67-82.
- Hartung, J.: Statistik: Lehr- und Handbuch der angewandten Statistik. 12. Aufl.. Oldenbourg Industrieverlag, München, Wien, 1999.
- Hentschel, W., Karius, A., Heudorf, U.: Das Frankfurter Bleiprojekt, Maßnahmen zur Einhaltung des Grenzwertes für Blei im Trinkwasser. Bundesgesundheitsbl.-Gesundheitsforsch.-Gesundheitsschutz 12 (1999) 902-910.

- Kevekordes, S., Suchenwirth, R., Gebel, T., Demuth, J., Dunkelberg, H., Küntzel, H.: Trinkwassergewinnung unter Berücksichtigung geogener Arsenbelastungen. Gesundheitswesen 60 (1998) 576-579.
- Krause, C., Chutsch, M., Henke, M., Leiske, M., Meyer, E., Schulz, C., Schwarz, E., Wolter, R.: Umwelt-Survey Band IIIb Wohninnenraum: Trinkwasser. Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene des Bundesgesundheitsamtes, WaBoLu-Hefte 3, 1991.
- Meyer, C: Die Bedeutung von Arsen für die Wasserqualität und rückstandsfreie Aufbereitungsmöglichkeiten. In: Forschungs- und Entwicklungsinstitut für Industrie- und Siedlungswasserwirtschaft sowie Abfallwirtschaft (Hrsg.): Revision der EG-Trinkwasserrichtlinie – Konsequenzen für die deutsche Wasserversorgung, 14. Trinkwasserkolloquium 24.2.2000, Oldenbourg Industrieverlag, München, 2000, 41-66.
- SPSS: SPSS 9.0 Benutzerhandbuch. SPSS Inc., 1999.
- Verordnung über Trinkwasser und über Wasser für Lebensmittelbetriebe (Trinkwasserverordnung - TrinkwV) vom 5. Dezember 1990. BGBl. I, S. 2612.

9 Verzeichnisse

9.1 Verzeichnis der Abkürzungen

AAS	Atomabsorptionsspektrometrie
AM	Arithmetischer Mittelwert
As	Arsen
B	Bor
BG	Bestimmungsgrenze
BMG	Bundesministerium für Gesundheit
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
Cd	Cadmium
Cu	Kupfer
DEV	Deutsche Einheitsverfahren
DFG	Deutsche Forschungsgemeinschaft
DHP	Deutsche Herz-Kreislauf-Präventionsstudie
DIN	Deutsches Institut für Normung
EC	European Community
EG	Europäische Gemeinschaft
Einw.	Einwohner
EU	Europäische Union
FKST	Fachkommission Soforthilfe Trinkwasser
GM	Geometrischer Mittelwert
ICP-MS	Massenselektive Plasmaemissionsspektroskopie
k.a.	keine Angabe
Kap.	Kapitel
KI	Konfidenzintervall
MAX	Maximalwert
n	Anzahl von Probanden
N	Stichprobenumfang
Ni	Nickel
n.s.	nicht signifikant
p	Irrtumswahrscheinlichkeit
P	Perzentil
Pb	Blei
RKI	Robert Koch-Institut
s	Standardabweichung
SE	Standardfehler
SWA	Sollwertabweichung
TrinkwV	Trinkwasserverordnung
UBA	Umweltbundesamt
vgl.	vergleiche
VK	Variationskoeffizient
WaBoLu	Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene
WHO	Weltgesundheitsorganisation
Zn	Zink

9.2 Verzeichnis der Tabellen

Tab. Z1:	Elementgehalte in Stagnationsproben des häuslichen Trinkwassers der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland	3
Tab. Z2:	Konsumierte Trinkwasservolumina aus Leitungen des Haushalts (ml pro Tag) - 18- bis 69-jährige Bevölkerung in Deutschland –	3
Tab. S1:	Elements in first flush drinking water samples of the population in Germany (18 to 69 years of age)	6
Tab. S2:	Volume of drinking water consumed in the households (ml/day) (German population, 18 to 69 years of age)	6
Tab. 3.1:	Interne Qualitätskontrolle für die Analyse der Elemente Arsen, Blei, Bor, Cadmium und Nickel (ICP-MS) im Trinkwasser	11
Tab. 3.2:	Interne Qualitätskontrolle für die Analyse der Elemente Kupfer und Zink im Trinkwasser.....	12
Tab. 5.1.1:	Arsengehalt in Stagnationsproben des häuslichen Trinkwassers ($\mu\text{g/l}$) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland.....	19
Tab. 5.2.1:	Bleigehalt in Stagnationsproben des häuslichen Trinkwassers ($\mu\text{g/l}$) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland.....	23
Tab. 5.2.2:	Zeitlicher Vergleich der Bleigehalte ($\mu\text{g/l}$) in Stagnationsproben des häuslichen Trinkwassers der 25- bis 69-jährigen deutschen Bevölkerung.....	23
Tab. 5.3.1:	Borgehalt in Stagnationsproben des häuslichen Trinkwassers ($\mu\text{g/l}$) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland.....	26
Tab. 5.3.2:	Zeitlicher Vergleich der Borgehalte ($\mu\text{g/l}$) in Stagnationsproben des häuslichen Trinkwassers der 25- bis 69-jährigen deutschen Bevölkerung.....	26
Tab. 5.4.1:	Cadmiumgehalt in Stagnationsproben des häuslichen Trinkwassers ($\mu\text{g/l}$) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland.....	29
Tab. 5.4.2:	Zeitlicher Vergleich der Cadmiumgehalte ($\mu\text{g/l}$) in Stagnationsproben des häuslichen Trinkwassers der 25- bis 69-jährigen deutschen Bevölkerung	29
Tab. 5.5.1:	Kupfergehalt in Stagnationsproben des häuslichen Trinkwassers ($\mu\text{g/l}$) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland.....	32
Tab. 5.5.2:	Zeitlicher Vergleich der Kupfergehalte ($\mu\text{g/l}$) in Stagnationsproben des häuslichen Trinkwassers der 25- bis 69-jährigen deutschen Bevölkerung	32
Tab. 5.6.1:	Nickelgehalt in Stagnationsproben des häuslichen Trinkwassers ($\mu\text{g/l}$) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland.....	35
Tab. 5.7.1:	Zinkgehalt in Stagnationsproben des häuslichen Trinkwassers ($\mu\text{g/l}$) der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland.....	38
Tab. 5.7.2:	Zeitlicher Vergleich der Zinkgehalte ($\mu\text{g/l}$) in Stagnationsproben des häuslichen Trinkwassers der 25- bis 69-jährigen deutschen Bevölkerung	38

Tab. 6.2.1:	Konsumierte Trinkwasservolumina (ml/Tag) aus Leitungen des Haushaltes - 18- bis 69-jährige Bevölkerung in Deutschland -	44
Tab. 6.3.1:	Abschätzung der täglichen Zufuhr von Elementen mit dem Trinkwasser aus Leitungen der Haushalte der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland	45
Tab. 10.1:	Vergleich zwischen dem von Wasserwerken bereitgestellten Trinkwasser und dem Trinkwasser am häuslichen Zapfhahn (Stagnationsprobe)	55
Tab. 10.3.1:	Abschätzung der Arsenzufuhr mit dem häuslichen Trinkwasser bei der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland ($\mu\text{g}/\text{Tag}$)	57
Tab. 10.3.2:	Abschätzung der Bleizufuhr mit dem häuslichen Trinkwasser bei der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland ($\mu\text{g}/\text{Tag}$)	58
Tab. 10.3.3:	Abschätzung der Borzufuhr mit dem häuslichen Trinkwasser bei der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland ($\mu\text{g}/\text{Tag}$)	59
Tab. 10.3.4:	Abschätzung der Cadmiumzufuhr mit dem häuslichen Trinkwasser bei der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland ($\mu\text{g}/\text{Tag}$)	60
Tab. 10.3.5:	Abschätzung der Kupferzufuhr mit dem häuslichen Trinkwasser bei der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland ($\mu\text{g}/\text{Tag}$)	61
Tab. 10.3.6:	Abschätzung der Nickelzufuhr mit dem häuslichen Trinkwasser bei der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland ($\mu\text{g}/\text{Tag}$)	62
Tab. 10.3.7:	Abschätzung der Zinkzufuhr mit dem häuslichen Trinkwasser bei der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland ($\mu\text{g}/\text{Tag}$)	63

9.3 Abbildungsverzeichnis

Abb. 5.1.1:	Arsengehalt in Stagnationsproben des häuslichen Trinkwassers der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland.....	20
Abb. 5.1.2:	Arsengehalt in Stagnationsproben des häuslichen Trinkwassers der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung der alten und der neuen Länder	20
Abb. 5.2.1:	Bleigehalt in Stagnationsproben des häuslichen Trinkwassers der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland.....	24
Abb. 5.2.2:	Bleigehalt in Stagnationsproben des häuslichen Trinkwassers der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung der alten und der neuen Länder	24
Abb. 5.3.1:	Borgehalt in Stagnationsproben des häuslichen Trinkwassers der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland.....	27
Abb. 5.3.2:	Borgehalt in Stagnationsproben des häuslichen Trinkwassers der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung der alten und der neuen Länder	27
Abb. 5.4.1:	Cadmiumgehalt in Stagnationsproben des häuslichen Trinkwassers der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland.....	30
Abb. 5.4.2:	Cadmiumgehalt in Stagnationsproben des häuslichen Trinkwassers der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung der alten und der neuen Länder	30
Abb. 5.5.1:	Kupfergehalt in Stagnationsproben des häuslichen Trinkwassers der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland.....	33
Abb. 5.5.2:	Kupfergehalt in Stagnationsproben des häuslichen Trinkwassers der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung der alten und der neuen Länder	33
Abb. 5.6.1:	Nickelgehalt in Stagnationsproben des häuslichen Trinkwassers der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland.....	36
Abb. 5.6.2:	Nickelgehalt in Stagnationsproben des häuslichen Trinkwassers der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung der alten und der neuen Länder	36
Abb. 5.7.1:	Zinkgehalt in Stagnationsproben des häuslichen Trinkwassers der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland.....	39
Abb. 5.7.2:	Zinkgehalt in Stagnationsproben des häuslichen Trinkwassers der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung der alten und der neuen Länder	39

10 Anhang

10.1 Angaben der Gesundheitsämter zur Trinkwasserqualität

In Tabelle 10.1 sind die Analysenergebnisse zu den Elementgehalten in der Stagnationsprobe des häuslichen Trinkwassers den Angaben der Wasserwerke, wie sie von den örtlichen Gesundheitsämtern erhalten wurden, gegenübergestellt. Berücksichtigt wurden alle Daten, die bis zum Mai 2000 von den Gesundheitsämtern erhalten wurden, d.h. es liegen nicht für alle Probanden des Umwelt-Surveys entsprechende Daten vor. Außerdem sind für Bor, Kupfer und Zink auf Grund der geringeren Untersuchungshäufigkeit gemäß TrinkwV wesentlich weniger Analysenergebnisse von Wasserwerksproben vorhanden als für Arsen, Blei, Cadmium und Nickel. Im Trinkwasser, welches von den Wasserwerken zur Verfügung gestellt wird, kommen Überschreitungen der Grenz- und Richtwerte nicht vor.

Tab. 10.1: Vergleich zwischen dem von Wasserwerken bereitgestellten Trinkwasser und dem Trinkwasser am häuslichen Zapfhahn (Stagnationsprobe)

Element	N _{GES}	Kategorie (mg/l)	N _{Wasserwerk}	N _{Zapfhahn}
Arsen	3196	>0,01	0	2
Blei	3226	>0,01	0	297
		>0,025	0	79
		>0,04	0	22
Bor	1779	>1	0	0
Cadmium	3246	>0,005	0	3
Kupfer	1352	>2	0	88
		>3	0	12
Nickel	3226	>0,02	58	590
		>0,05	0	148
Zink	1323	>5	0	6

Anmerkungen:

N_{GES} = Anzahl der Probanden;

N_{Wasserwerk}: Anzahl Werte in Wasserwerksprobe größer als Wert der jeweiligen Kategorie

N_{Zapfhahn}: Anzahl Werte in Zapfhahnprobe größer als Wert der jeweiligen Kategorie

Quelle:

UBA, Umwelt-Survey 1998

10.2 Erläuterung der Gliederungsmerkmale

Soziodemografische Variablen

1) ***Geschlecht:*** Geschlecht des Probanden

Ausprägungen: Männer, Frauen (bei Erwachsenen)

verwendet in: Kapitel 6 (Daten zur Abschätzung der Exposition)

2) ***Lebensalter:*** Lebensalter des Probanden

Ausprägungen: 18-29, 30-39, 40-49, 50-59, 60-69 Jahre

verwendet in: Kapitel 6 (Daten zur Abschätzung der Exposition)

3) ***Berufstätigkeit:*** Berufstätigkeits-Situation des Probanden zum Zeitpunkt der Befragung

Ausprägungen: berufstätig, nicht berufstätig

verwendet in: Kapitel 6 (Daten zur Abschätzung der Exposition)

Wohnort und Wohnung

4) ***Alte/neue Bundesländer:*** Wohnortlage bezogen auf Bundesländer

Ausprägungen: alte Bundesländer, neue Bundesländer

verwendet in: Kapitel 5 (Elementgehalte)
Kapitel 6 (Daten zur Abschätzung der Exposition)

Variablen zur Trinkwasserversorgung

5) ***Versorgungsart:*** Art der Trinkwasserversorgung für den Haushalt, in dem der Proband lebt

Ausprägungen: Wasserwerksversorgte, Eigenversorger

verwendet in: Kapitel 5 (Elementgehalte)
Kapitel 6 (Daten zur Abschätzung der Exposition)

10.3 Abschätzung der Elementzufuhren mit dem häuslichen Trinkwasser

Tab. 10.3.1: Abschätzung der Arsenzufuhr bei der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland mit dem häuslichen Trinkwasser (µg/Tag)

	N	10	50	90	95	98	MAX	AM
Deutschland	4675	0,05	0,25	1,28	2,13	3,29	18,2	0,55
Alte/Neue Bundesländer								
Neue Bundesländer	883	0,06	0,22	0,92	1,31	2,34	16,9	0,41
Alte Bundesländer	3792	0,05	0,25	1,39	2,32	3,60	18,2	0,58
Geschlecht								
Männer	2356	0,05	0,24	1,22	1,87	3,20	12,8	0,51
Frauen	2318	0,05	0,25	1,38	2,38	3,41	18,2	0,59
Berufstätigkeit*								
berufstätig	2812	0,04	0,23	1,23	1,99	3,29	15,5	0,52
nicht berufstätig	1834	0,06	0,27	1,33	2,32	3,40	18,2	0,60
Männer								
berufstätig	1690	0,04	0,24	1,21	1,92	3,31	12,8	0,52
nicht berufstätig	654	0,06	0,26	1,24	1,82	2,77	7,10	0,50
Frauen*								
berufstätig	1122	0,04	0,23	1,27	2,03	3,20	15,5	0,51
nicht berufstätig	1180	0,06	0,28	1,44	2,58	4,35	18,2	0,65
Lebensalter*								
18-29 Jahre	955	0,02	0,20	1,04	1,70	2,79	15,7	0,45
30-39 Jahre	1095	0,05	0,24	1,41	2,34	3,51	18,2	0,58
40-49 Jahre	949	0,05	0,25	1,34	2,16	3,59	9,14	0,57
50-59 Jahre	898	0,06	0,27	1,29	2,08	3,38	16,9	0,57
60-69 Jahre	779	0,08	0,28	1,31	2,31	3,98	9,99	0,58
Versorgungsart								
Wasserwerksversorgte	4431	0,05	0,25	1,26	2,10	3,29	18,2	0,55
Eigenversorger	104	0,06	0,22	1,85	3,16	4,35	5,31	0,61

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; 10, 50, 90, 95, 98 = Perzentile; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel;
 * = Merkmal signifikant ($p \leq 0,001$) nach Mann-Whitney-U-Test bzw. Kruskal-Wallis-H-Test;

Erläuterungen zu den Gliederungsmerkmalen siehe Anhang 10.2

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

Tab. 10.3.2: Abschätzung der Bleizufuhr bei der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland mit dem häuslichen Trinkwasser ($\mu\text{g}/\text{Tag}$)

	N	10	50	90	95	98	MAX	AM
Deutschland	4675	0,2	1,1	6,2	10,6	19,7	279	3,0
Alte/Neue Bundesländer								
Neue Bundesländer	883	0,2	1,2	8,5	15,2	24,5	279	3,8
Alte Bundesländer	3792	0,2	1,1	5,8	9,3	18,1	155	2,8
Geschlecht								
Männer	2356	0,2	1,1	5,6	10,1	20,8	279	3,0
Frauen	2318	0,2	1,2	6,7	10,9	18,7	149	3,0
Berufstätigkeit*								
berufstätig	2812	0,2	1,1	5,9	10,1	19,7	155	2,9
nicht berufstätig	1834	0,2	1,2	6,7	11,0	20,6	279	3,2
Männer								
berufstätig	1690	0,2	1,0	5,6	10,4	20,0	155	2,9
nicht berufstätig	654	0,2	1,1	5,7	9,3	22,4	279	3,2
Frauen								
berufstätig	1122	0,2	1,2	6,3	9,8	19,1	109	2,9
nicht berufstätig	1180	0,2	1,2	7,2	11,2	17,5	149	3,2
Lebensalter*								
18-29 Jahre	955	0,1	0,8	5,4	9,0	18,3	155	2,7
30-39 Jahre	1095	0,2	1,2	6,8	12,2	27,2	110	3,3
40-49 Jahre	949	0,2	1,1	5,4	9,3	16,1	137	2,8
50-59 Jahre	898	0,2	1,3	6,1	10,5	19,6	279	3,3
60-69 Jahre	779	0,2	1,3	7,5	11,6	20,6	103	3,0
Versorgungsart*								
Wasserwerksversorgte	4431	0,2	1,1	6,2	10,5	19,7	279	3,0
Eigenversorger	104	0,3	1,6	10,7	21,4	73,9	103	5,1

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; 10, 50, 90, 95, 98 = Perzentile; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel;

* = Merkmal signifikant ($p \leq 0,001$) nach Mann-Whitney-U-Test bzw. Kruskal-Wallis-H-Test;

Erläuterungen zu den Gliederungsmerkmalen siehe Anhang 10.2

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

Tab. 10.3.3: Abschätzung der Borzufuhr bei der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland mit dem häuslichen Trinkwasser ($\mu\text{g}/\text{Tag}$)

	N	10	50	90	95	98	MAX	AM
Deutschland	4675	3	16	94	136	209	1620	36
Alte/Neue Bundesländer*								
Neue Bundesländer	883	5	22	88	121	221	1410	41
Alte Bundesländer	3792	2	15	95	138	210	1620	35
Geschlecht								
Männer	2356	3	16	92	125	201	498	35
Frauen	2318	3	17	96	142	219	1620	38
Berufstätigkeit*								
berufstätig	2812	2	15	88	125	203	1620	34
nicht berufstätig	1834	3	18	103	148	226	613	40
Männer*								
berufstätig	1690	2	14	87	119	192	495	32
nicht berufstätig	654	3	19	97	151	235	498	40
Frauen								
berufstätig	1122	2	16	88	138	222	1620	38
nicht berufstätig	1180	3	18	106	146	223	613	39
Lebensalter*								
18-29 Jahre	955	1	13	90	124	185	550	33
30-39 Jahre	1095	2	16	87	134	229	1620	36
40-49 Jahre	949	3	17	96	157	229	495	37
50-59 Jahre	898	4	17	99	145	208	1410	38
60-69 Jahre	779	4	20	104	126	178	378	39
Versorgungsart								
Wasserwerksversorgte	4431	3	17	95	136	210	1620	37
Eigenversorger	104	2	11	63	103	158	320	24

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; 10, 50, 90, 95, 98 = Perzentile; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel;

* = Merkmal signifikant ($p \leq 0,001$) nach Mann-Whitney-U-Test bzw. Kruskal-Wallis-H-Test

Erläuterungen zu den Gliederungsmerkmalen siehe Anhang 10.2

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

Tab. 10.3.4: Abschätzung der Cadmiumzufuhr bei der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland mit dem häuslichen Trinkwasser (µg/Tag)

	N	10	50	90	95	98	MAX	AM
Deutschland	4675	0,01	0,05	0,30	0,49	0,87	9,64	0,133
Alte/Neue Bundesländer								
Neue Bundesländer	883	0,01	0,05	0,36	0,67	1,29	9,64	0,172
Alte Bundesländer	3792	0,01	0,05	0,28	0,45	0,77	8,66	0,124
Geschlecht								
Männer	2356	0,01	0,04	0,26	0,42	0,81	8,66	0,120
Frauen	2318	0,02	0,05	0,32	0,56	0,95	9,64	0,146
Berufstätigkeit*								
berufstätig	2812	0,01	0,04	0,29	0,45	0,87	9,64	0,129
nicht berufstätig	1834	0,02	0,05	0,31	0,53	0,92	4,36	0,139
Männer*								
berufstätig	1690	0,01	0,04	0,26	0,40	0,81	8,66	0,116
nicht berufstätig	654	0,02	0,05	0,28	0,50	0,91	4,36	0,131
Frauen								
berufstätig	1122	0,01	0,05	0,32	0,59	0,96	9,64	0,149
nicht berufstätig	1180	0,02	0,05	0,33	0,55	0,94	3,85	0,144
Lebensalter*								
18-29 Jahre	955	0,01	0,04	0,27	0,44	0,94	4,30	0,113
30-39 Jahre	1095	0,01	0,04	0,29	0,51	0,95	9,64	0,136
40-49 Jahre	949	0,01	0,05	0,29	0,50	0,78	8,66	0,134
50-59 Jahre	898	0,02	0,05	0,30	0,45	0,71	2,26	0,125
60-69 Jahre	779	0,02	0,06	0,33	0,64	0,99	4,36	0,159
Versorgungsart*								
Wasserwerksversorgte	4431	0,01	0,05	0,29	0,48	0,86	9,64	0,131
Eigenversorger	104	0,01	0,07	0,58	1,16	2,71	3,85	0,244

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; 10, 50, 90, 95, 98 = Perzentile; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel;

* = Merkmal signifikant ($p \leq 0,001$) nach Mann-Whitney-U-Test bzw. Kruskal-Wallis-H-Test

Erläuterungen zu den Gliederungsmerkmalen siehe Anhang 10.2

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

Tab. 10.3.5: Abschätzung der Kupferzufuhr bei der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland mit dem häuslichen Trinkwasser (µg/Tag)

	N	10	50	90	95	98	MAX	AM
Deutschland	4680	9	88	683	1180	2200	15100	281
Alte/Neue Bundesländer*								
Neue Bundesländer	884	6	56	632	1220	2350	11500	273
Alte Bundesländer	3796	10	96	699	1170	2200	15100	282
Geschlecht								
Männer	2358	8	81	675	1180	2230	15100	281
Frauen	2322	9	95	688	1170	2170	11500	280
Berufstätigkeit								
berufstätig	2814	8	84	685	1130	2150	15100	273
nicht berufstätig	1837	10	94	682	1220	2310	11500	291
Männer								
berufstätig	1691	8	81	640	1090	2150	15100	269
nicht berufstätig	654	9	87	719	1350	2600	6600	307
Frauen								
berufstätig	1123	8	90	708	1370	2190	4500	280
nicht berufstätig	1182	11	96	670	1120	2180	11500	282
Lebensalter*								
18-29 Jahre	955	4	66	613	1070	2200	5810	242
30-39 Jahre	1096	9	101	780	1340	2430	11500	307
40-49 Jahre	951	11	98	700	1170	2420	15100	293
50-59 Jahre	898	9	101	718	1190	2170	7800	295
60-69 Jahre	780	11	84	648	1170	1920	4050	259
Versorgungsart								
Wasserwerksversorgte	4435	9	89	684	1190	2200	15100	281
Eigenversorger	104	9	84	758	1690	3670	11500	374

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; 10, 50, 90, 95, 98 = Perzentile; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel;

* = Merkmal signifikant ($p \leq 0,001$) nach Mann-Whitney-U-Test bzw. Kruskal-Wallis-H-Test;

Erläuterungen zu den Gliederungsmerkmalen siehe Anhang 10.2

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

Tab. 10.3.6: Abschätzung der Nickelzufuhr bei der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland mit dem häuslichen Trinkwasser (µg/Tag)

	N	10	50	90	95	98	MAX	AM
Deutschland	4675	0,7	3,4	20,6	39,3	97,9	1641	12,7
Alte/Neue Bundesländer*								
Neue Bundesländer	883	0,8	4,4	25,0	51,0	107	896	15,4
Alte Bundesländer	3792	0,6	3,2	18,8	37,4	97,1	1641	12,1
Geschlecht								
Männer	2356	0,6	3,2	18,5	36,7	84,9	1641	11,6
Frauen	2318	0,7	3,6	22,8	42,4	104	1012	13,8
Berufstätigkeit								
berufstätig	2812	0,6	3,3	21,4	42,0	121	1641	13,2
nicht berufstätig	1834	0,8	3,5	19,4	37,6	73,2	1398	12,1
Männer								
berufstätig	1690	0,6	3,1	18,9	35,9	100	1641	11,7
nicht berufstätig	654	0,7	3,4	17,8	37,9	73,0	1398	11,7
Frauen								
berufstätig	1122	0,6	3,6	26,7	56,3	142	729	15,5
nicht berufstätig	1180	0,8	3,6	20,1	37,4	74,6	1012	12,3
Lebensalter*								
18-29 Jahre	955	0,3	2,8	18,4	47,6	134	949	14,9
30-39 Jahre	1095	0,7	3,7	27,3	50,1	117	675	13,1
40-49 Jahre	949	0,8	3,2	20,3	37,7	97,9	1012	12,3
50-59 Jahre	898	0,7	3,4	16,3	29,2	65,7	1398	10,8
60-69 Jahre	779	0,9	3,6	18,6	35,7	66,3	1641	12,2
Versorgungsart								
Wasserwerksversorgte	4431	0,7	3,4	20,8	39,5	97,7	1641	12,8
Eigenversorger	104	0,8	5,0	38,4	71,3	185	356	16,2

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; 10, 50, 90, 95, 98 = Perzentile; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel;

* = Merkmal signifikant ($p \leq 0,001$) nach Mann-Whitney-U-Test bzw. Kruskal-Wallis-H-Test;

Erläuterungen zu den Gliederungsmerkmalen siehe Anhang 10.2

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

Tab. 10.3.7: Abschätzung der Zinkzufuhr bei der 18- bis 69-jährigen Bevölkerung in Deutschland mit dem häuslichen Trinkwasser (µg/Tag)

	N	10	50	90	95	98	MAX	AM
Deutschland*	4680	30	220	1320	2200	3600	17800	544
Alte/Neue Bundesländer								
Neue Bundesländer	884	39	315	2120	3160	4470	14400	760
Alte Bundesländer	3796	28	203	1180	1930	3170	17800	493
Geschlecht								
Männer	2358	28	211	1240	2000	3260	17800	498
Frauen	2322	32	234	1460	2430	3860	16500	590
Berufstätigkeit								
berufstätig	2814	28	213	1340	2120	3580	17800	539
nicht berufstätig	1837	31	231	1300	2280	3700	16500	551
Männer								
berufstätig	1691	28	207	1290	2030	3320	17800	507
nicht berufstätig	654	26	214	1220	1910	3000	6750	476
Frauen								
berufstätig	1123	31	219	1490	2270	4090	14400	587
nicht berufstätig	1182	35	240	1440	2520	3790	16500	593
Lebensalter*								
18-29 Jahre	955	12	156	1070	2060	3790	16500	512
30-39 Jahre	1096	28	230	1520	2360	3940	17800	591
40-49 Jahre	951	34	230	1300	1950	2850	7360	492
50-59 Jahre	898	38	251	1300	2000	3460	14400	530
60-69 Jahre	780	41	236	1470	2570	4160	11400	594
Versorgungsart*								
Wasserwerksversorgte	4435	28	219	1300	2140	3550	17800	531
Eigenversorger	104	71	469	2920	6810	10900	16500	1290

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; 10, 50, 90, 95, 98 = Perzentile; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel;

* = Merkmal signifikant ($p \leq 0,001$) nach Mann-Whitney-U-Test bzw. Kruskal-Wallis-H-Test;

Erläuterungen zu den Gliederungsmerkmalen siehe Anhang 10.2

Quelle: UBA, Umwelt-Survey 1998

10.4 Hinweise zur Entnahme der Stagnationstrinkwasserprobe

Robert Koch-Institut

Bundes-Gesundheitssurvey 1998

Institut für Wasser-, Boden- u. Lufthygiene, UBA

Teil: Umweltsurvey

Hinweise zur Umwelt-Probenahme

Stagnationstrinkwasserprobe

Die Trinkwasserprobe entnehmen Sie bitte aus dem Wasserhahn, aus dem Sie gewöhnlich das Trinkwasser für Koch- und Trinkzwecke entnehmen, wie folgt:

Am Morgen des Termins für die Gesundheitsuntersuchung/Abholung im Haushalt

1. Nach nächtlicher Standzeit des Trinkwassers in der Hausinstallation vor der ersten Entnahme von Trinkwasser (d.h. ohne Wasservorlauf) füllen Sie bitte das Probengefäß bis zum Rand mit Wasser.
2. Anschließend verschließen Sie das Gefäß gut.
3. Füllen Sie bitte die Fragen auf dem Gefäß aus.
4. Lagern Sie diese Probe bitte kühl in einem Kühlschrank oder – wenn nicht vorhanden – an einem sonstigen kühlen Ort.
- 5, Die gekühlten Proben bringen Sie bitte in das Untersuchungszentrum mit/Abholung im Haushalt.

Vielen Dank für Ihre Mitarbeit!

10.5 Anschreiben an die örtlichen Gesundheitsämter

Gesundheitsamt
Adresse
Straße

Bad Elster, *Datum*

PLZ Stadt

Bundes-Gesundheitssurvey - Umwelt-Survey Trinkwasserdaten

Sehr geehrte *Anrede*,

das Robert Koch-Institut hat in der Zeit vom *Zeitraum* in der Gemeinde *Untersuchungsort*, den Bundes-Gesundheitssurvey durchgeführt. Das Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene (WaBoLu) des Umweltbundesamtes (UBA) führte im Rahmen dieser Studie bei einem Unterkollektiv die umwelthygienischen Untersuchungen - den Umwelt-Survey - durch. Hauptziel dieser Untersuchung ist die Bereitstellung und Aktualisierung von repräsentativen Daten für eine gesundheitsbezogene Umweltberichterstattung auf nationaler Ebene.

Zum Untersuchungsprogramm gehören die Analyse von Blut- und Urinproben auf relevante Metalle und Organika sowie des Inhalts von Staubsaugerbeutel auf relevante Biozide, aber auch die Analyse des Stagnationstrinkwassers aus der häuslichen Wasserleitung auf die durch Installationsmaterialien mögliche Stoffbelastung.

Bei der umfassenden Auswertung der Untersuchungsergebnisse und für mögliche Rückschlüsse auf die gesundheitliche Situation der Bevölkerung muß auch die Qualität des aufgenommenen Trinkwassers berücksichtigt werden. Hierzu benötigen wir Ihre Unterstützung.

Aus diesem Grunde bitten wir Sie, uns für die Auswertung der Daten des Umwelt-Surveys die jüngsten Trinkwasserdaten, wie sie Ihnen nach der TrinkwV vorliegen, für das entsprechende Einzugsgebiet der Studienteilnehmer zu überlassen. Die Studienteilnehmer kommen aus *Wohnort Studienteilnehmer* und werden unserer Kenntnis nach von dem/den Wasserwerk(en) *Wasserwerke* versorgt.

Die Trinkwasserdaten werden wir vertraulich behandeln und sie nur für die wissenschaftliche Auswertung im Umwelt-Survey verwenden.

Wir hoffen auf Ihr Entgegenkommen und wären Ihnen für eine hilfreiche Zusammenarbeit äußerst dankbar.

Mit freundlichen Grüßen
Im Auftrag