



Freie und Hansestadt Hamburg
Behörde für Arbeit, Gesundheit und Soziales
Amt für Gesundheit

Untersuchungsprogramm
„Bleibelastung durch Trinkwasser“
Aktueller Stand und Einfluss von möglichen
Vorbeugungsmaßnahmen

Herausgeber:

Freie und Hansestadt Hamburg
Behörde für Arbeit, Gesundheit und Soziales
Stichwort "Bleibelastung durch Trinkwasser"
Tesdaorfstr. 8
20148 Hamburg

Autoren:

Dr. Dorothee Dengler (Studienleitung), Dr. Regina Fertmann, Dr. Stefan Hentschel,
Ulrich Janßen (Projektleitung), Dr. Annette Lommel, Mathias Wessel

Telefonnummern von Ansprechpartnern:

Fragen zum Trinkwasser:	Amt für Gesundheit	040-42848-2374
Bei gesundheitlichen Problemen:	Umweltmedizinische Beratungsstelle	040-42848-2303
Beantragung von Fördermitteln:	Hamburgische Wohnungsbaukreditanstalt	040-24846-0

Dieser Bericht ist gegen die Einsendung eines frankierten (3,- DM) und adressierten Briefumschlages (DIN A4) bei der oben erwähnten Adresse erhältlich.

1. Auflage, März 2001

Anmerkung zur Verteilung

Diese Druckschrift wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit des Senats der Freien und Hansestadt Hamburg herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlbewerbern oder Wahlhelfern während eines Wahlkampfes zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Bürgerschafts-, Bundestags- und Europawahlen sowie die Wahlen zur Bezirksversammlung. Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zwecke der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Druckschrift nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Landesregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte. Die genannten Beschränkungen gelten unabhängig davon, wann, auf welchem Weg und in welcher Anzahl diese Druckschrift dem Empfänger zugegangen ist. Den Parteien ist es jedoch gestattet, die Druckschrift zur Unterrichtung ihrer eigenen Mitglieder zu verwenden.

Inhaltsverzeichnis

1	VORWORT	5
2	THEMA UND ZIEL DES VORLIEGENDEN BERICHTES	7
3	BLEI IM TRINKWASSER	9
3.1	ZUSAMMENFASSUNG	9
3.2	ANZAHL DER BLEIINSTALLATIONEN IN HAMBURG	9
3.3	GESETZLICHE REGULATION VON BLEI IM TRINKWASSER	10
3.4	BLEIKONZENTRATION IM HAMBURGER TRINKWASSER	10
3.5	ÜBERSCHREITUNGEN DES GRENZWERTES IN TRINKWASSERPROBEN	11
4	WIRKUNGEN VON BLEI AUF DIE GESUNDHEIT UND AKTUELLE BELASTUNGSSITUATION	13
4.1	ZUSAMMENFASSUNG	13
4.2	BEVÖLKERUNGSMEDIZINISCHE BEDEUTUNG DER BLEIBELASTUNG DURCH TRINKWASSER	13
4.3	AUSWIRKUNGEN EINER ERHÖHTEN BLEIBELASTUNG BEI ERWACHSENEN	14
4.4	BLEIBELASTUNG BEI KINDERN UND WÄHREND EINER SCHWANGERSCHAFT	14
4.5	GEGENWÄRTIGE BLEIBELASTUNG DER BEVÖLKERUNG	15
5	ZIELE, ENTWICKLUNG UND AUFBAU DER STUDIE	16
5.1	ZUSAMMENFASSUNG	16
5.2	ZIELE DER STUDIE	17
5.3	ENTWICKLUNG DES STUDIENDESIGNS	17
5.4	STUDIENAUFBAU	17
6	STICHPROBE, AUSSCHLUSSKRITERIEN UND UNTERSUCHUNGSREGION	21
6.1	ZUSAMMENFASSUNG	21
6.2	STUDIENPOPULATION UND ART DER STICHPROBENGEWINNUNG	21
6.3	EIN- UND AUSSCHLUSSKRITERIEN	22
6.4	UNTERSUCHUNGSREGION	22
6.5	BIOMETRISCHE BEGRÜNDUNG DES STICHPROBENUMFANGS	23
7	ANALYTIK UND DATENERHEBUNGSINSTRUMENTE	24
7.1	ENTWICKLUNG DES 1. FRAGEBOGENS FÜR DIE QUERSCHNITTSSTUDIE	24
7.2	ENTWICKLUNG DES 2. FRAGEBOGENS FÜR DIE INTERVENTIONSSTUDIE	24
7.3	METHODE UND QUALITÄTSKONTROLLE DER BLUTBLEIANALYTIK	24
7.4	METHODE UND QUALITÄTSKONTROLLE DER TRINKWASSERANALYTIK	26
8	DOKUMENTATION UND DATENVERARBEITUNG	26

8.1	KONZEPT DER DOKUMENTATION	26
8.2	BESCHREIBUNG DER DATENVERARBEITUNGSTECHNIK	27
9	ERGEBNISSE DER BESTANDSERHEBUNG	27
9.1	ZUSAMMENFASSUNG	27
9.2	ANZAHL DER TEILNEHMERINNEN	28
9.3	ERGEBNISSE DER BEFRAGUNG	29
9.4	ERGEBNISSE DER ANALYTIK	35
9.5	EINFLUSSFAKTOREN AUF DEN BLUTBLEIGEHALT	41
10	ERGEBNISSE DER VERLAUFSBEOBACHTUNG BEI INTERVENTION	48
10.1	ZUSAMMENFASSUNG	48
10.2	ANZAHL DER TEILNEHMERINNEN UND INTERVENTIONSABLAUF	49
10.3	ERGEBNISSE DER BEFRAGUNG NACH DER INTERVENTION	52
10.4	ERGEBNISSE DER ANALYTIK	55
11	DISKUSSION	60
12	DANKSAGUNG	65
13	ZUSAMMENFASSUNG DER STUDIE	66
14	LITERATUR	68
15	TABELLENVERZEICHNIS	70
16	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	72
17	ABKÜRZUNGEN	73
18	ANHANG	73



Vorwort

Die im Blut nachweisbare Bleibelastung der Menschen hat nicht nur in Hamburg in den letzten Jahren deutlich abgenommen. Verantwortlich für diesen positiven Trend ist hauptsächlich das weitgehende Verbot von verbleitem Normalbenzin für Kraftfahrzeuge. Dies ermutigt die Gesundheitspolitik dazu, sich vermehrt der Ausschaltung einer weiteren vermeidbaren Bleiquelle zu widmen. Wie in anderen Städten mit einem hohen Anteil von Altbauten sind auch in Hamburg in vielen Haushalten noch bleihaltige Trinkwasserinstallationen vorhanden und vermindern die ansonsten sehr gute Trinkwasserqualität.

Die Behörde für Arbeit, Gesundheit und Soziales hat mit dem Untersuchungsprogramm, das in diesem Bericht ausführlich geschildert wird, bundesweit erstmals das Ausmaß des Problems und mögliche Abhilfe überprüft. Wir danken allen Hamburgerinnen, die an der Studie teilgenommen haben und freuen uns, dass bei ihnen keine Bleikonzentrationen im Blut gefunden wurden, die eine akute gesundheitliche Beeinträchtigung befürchten lassen müssten. In vielen Wasserproben wurden jedoch Konzentrationen des Schwermetalls gefunden, welche die zukünftigen, strengeren Grenzwerte - aber auch die derzeit gültigen - überschreiten. Die Studie hat gezeigt, dass die erhöhte Bleikonzentration im Trinkwasser eine nennenswerte Quelle für eine vermeidbare Belastung des Organismus mit dem Schwermetall ist. Die Verminderung der Bleikonzentration im Trinkwasser durch das Ablaufen lassen wirkte sich positiv auf die Blutkonzentrationen der Teilnehmerinnen aus. Die Studie zeigt aber auch, dass dieser günstige Effekt durch einen Austausch der Bleirohre deutlich übertroffen würde.

Ich empfehle daher der Hamburger Wohnungswirtschaft, den Eigentümerinnen und Eigentümern sowie den Mieterinnen und Mietern, die Ergebnisse dieser Studie zum Anlass zu nehmen, die Trinkwasserversorgung ihrer Gebäude zu überprüfen. Die Zeit, die der Gesetzgeber bis zum Inkrafttreten der neuen, niedrigen Grenzwerte eingeräumt hat, sollte genutzt werden, um vorhandene Bleiinstallationen auszutauschen. Die Freie und Hansestadt Hamburg unterstützt Sie, indem sie den Austausch durch die Hamburgischen Wohnungsbaukreditanstalt fördert. Die Broschüre „Blei im Trinkwasser“, die in deutscher und türkischer Sprache erhältlich ist, enthält Informationen zum Erkennen von Bleiinstallationen und Empfehlungen zur Minderung einer Bleiaufnahme, die Sie im Sinne eines vorsorgenden Gesundheitsschutzes berücksichtigen sollten.

Karin Roth

Senatorin für Arbeit, Gesundheit und Soziales

Bleibelastung durch Trinkwasser

2 Thema und Ziel des vorliegenden Berichtes

Das Schwermetall Blei kommt natürlicherweise in den Gesteinen der Erdkruste vor und wird durch Bodenerosion und vulkanische Aktivitäten freigesetzt. In den meisten Ländern ist der größere Teil der Bleikonzentration in der Umwelt der Industrialisierung zuzuschreiben. Diese durch den Menschen zu verantwortende Freisetzung übertrifft die natürliche ungefähr um den Faktor 100. Hier haben Umweltschutzmaßnahmen angesetzt, die zu einem deutlichen Rückgang der durchschnittlichen Konzentration von Blei in der Umwelt und im Blut der Menschen geführt haben. Ein entscheidender Grund dafür war die schrittweise Verminderung des zulässigen Bleigehaltes im Benzin. Seit dem 01.02.1988 besteht in Deutschland ein nahezu vollständiges Verbot von Blei in Kraftstoffen.

Der abnehmende Trend der Blutbleikonzentration ist aus gesundheitlicher Sicht sehr erfreulich. Das Schwermetall ist für keinen menschlichen Stoffwechselfvorgang erforderlich sondern kann bei sehr hohen Konzentrationen im menschlichen Körper zur Ausbildung von schwerwiegenden Krankheitssymptomen führen. Da die Bleivergiftung zu den ältesten bekannten Berufserkrankungen zählt, sind unzählige Beschreibungen gefährdeter Berufs- und Personengruppen bekannt. Auch in der Umgangssprache haben sich diese Beobachtungen niedergeschlagen. Wir sprechen zum Beispiel von bleierner Müdigkeit und bleischweren Knochen. Die hohen Konzentrationen des Schwermetalls, welche gravierende Symptome wie zum Beispiel Erkrankungen des Gehirns, Magen- und Darmkoliken oder Schrumpfnieren auslösen können, werden heute glücklicherweise selten erreicht. Es gibt allerdings immer wieder Vergiftungsfälle durch bleihaltige Keramiken oder Farben. Unter toxikologischen Aspekten spielen aber insbesondere chronische Wirkungen im Niedrigdosisbereich auf das Nerven- und Blutbildungssystem sowie auf die Nieren eine Rolle. Auch eine Blutdrucksteigerung kann im Niedrigdosisbereich beobachtet werden. Da für Wirkungen dieses Schwermetalls auf die Gesundheit des Menschen keine eindeutige Schwelle gefunden werden kann, ist es sinnvoll, die Aufnahme von Blei für den Menschen soweit wie möglich zu senken.

In Hamburg bestehen nach wie vor in erheblichem Umfang Teile der trinkwasserführenden Leitungen aus Blei. Blei wird aus den Trinkwasserrohren in unterschiedlichem, nicht vorher-sagbarem Umfang im Wasser gelöst und vom Verbraucher aufgenommen. Diese Bleibelastung des Trinkwassers, das vom Wasserwerk "bleifrei" in das Versorgungsnetz eingespeist wurde, stellt eine vermeidbare Belastungsquelle dar und sollte möglichst niedrig gehalten werden. Die Vorschriften der Europäischen Union tragen dieser Erkenntnis und der toxikologischen Relevanz selbst niedriger Bleimengen für empfindliche Personen Rechnung und

schreiben eine Reduzierung des Bleigrenzwertes auf 10 µg/l fest. Der z.Zt. in Deutschland noch gültige Grenzwert beträgt 40 µg/l. Der neue EU-Grenzwert – gültig nach einer Übergangsfrist von 15 Jahren - wird in vielen Wohnungen, die jetzt noch Bleiinstallationen aufweisen, nicht eingehalten werden können.

Eine Arbeitsgruppe der Behörde für Arbeit, Gesundheit und Soziales (BAGS) hat deshalb eine zweiteilige Studie entworfen, mit deren Hilfe festgestellt wurde,

- wie hoch das Ausmaß der Bleibelastung einer repräsentativ ausgewählten Gruppe junger Frauen heute in Hamburg ist und
- welcher Zusammenhang zwischen dem Bleigehalt im Blut und der Konzentration im Trinkwasser besteht.

Der zweite Teil der Studie diente einer Überprüfung gebräuchlicher Empfehlungen, die ausgesprochen werden, wenn hohe Bleikonzentrationen im Trinkwasser gemessen wurden.

Der praktische Teil der Studie wurde im Herbst 1999/Frühjahr 2000 mit Unterstützung der Mitarbeiter des Gesundheits- und Umwelt-Treffs (GUT siehe Anlage 1) des Bezirksamtes Eimsbüttel durchgeführt.

Der vorliegende Bericht stellt die Studie mit ihren Ergebnissen dar und leitet daraus Empfehlungen ab. Er wendet sich an eine interessierte Fachöffentlichkeit in Medizin, Politik, Verwaltung und Handwerk, an Vermieter-, Mieter- und Umweltverbände, Wohnungswirtschaft sowie interessierte Bürgerinnen und Bürger.

Nicht jede Information wird dabei für jeden Leser den gleichen Stellenwert haben. Einige Kapitel des Berichtes beginnen daher mit einer kurzen, grau unterlegten Zusammenfassung, die eine schnelle Orientierung ermöglicht.

3 Blei im Trinkwasser

3.1 Zusammenfassung

Blei wurde in Hamburg bis circa 1970 als Installationsmaterial verwendet. Schätzungen zufolge werden hier ungefähr 100.000 bis 120.000 Wohnungen mit Trinkwasser aus Bleirohren versorgt. Im Einzelfall ist es ohne Analyse des Trinkwassers nicht möglich sicher festzustellen, ob Bleiinstallationen in einem Haus vorhanden sind. Wenn Bleirohre vorliegen, weist das Standwasser meist die höchste Konzentration des Schwermetalls auf. Das Frischwasser mit einer kurzen Verweilzeit in der Leitung ist überwiegend geringer belastet.

Die Änderungen der EU-Trinkwasser-Richtlinie machten eine Novellierung der nationalen Trinkwasserverordnung erforderlich. Hier ist eine schrittweise Reduzierung des Bleigrenzwertes von jetzt 40 µg/l auf 10 µg/l festgeschrieben.

Die Bleikonzentration des Trinkwassers wird in den allen Hamburger Wasserwerken regelmäßig überprüft. Durch Blei verursachten Grenzwertüberschreitungen sind dort nicht aufgetreten. In privaten Haushalten dagegen wird der gültige Grenzwert von 40 µg/l im Mittel in circa 30 % aller der BAGS vorliegenden anlassbezogenen Untersuchungen überschritten. Der künftige Grenzwert von 10 µg/l wäre im Mittel bei 58 % dieser Untersuchungen überschritten.

3.2 Anzahl der Bleiinstallationen in Hamburg

Blei wurde bis circa 1970 als Installationsmaterial in Hamburg verwendet. Schätzungen zufolge werden in Hamburg 100 . 000 bis 120 . 000 Wohnungen mit Trinkwasser aus Bleiinstallationen versorgt. Das bedeutet, dass jede sechste Wohnung beziehungsweise 12 – 14 % aller Hamburger Wohnungen¹ betroffen sind. Im Einzelfall ist es ohne Wasseranalyse nicht möglich sicher festzustellen, ob Bleiinstallationen in einem Haus vorhanden sind. Die optische Beurteilung ist schwierig, weil gelegentlich nur Teile des häuslichen Verteilungssystems – auch im Mauerwerk verborgen – aus Blei gefertigt sind. Die BAGS empfiehlt daher allen betroffenen oder besorgten Bürgern, eine Trinkwasseranalyse durchführen zu lassen, um sicheren Aufschluss über die Beschaffenheit der Rohre und die tatsächliche Konzentration von Blei im Trinkwasser zu erhalten.

¹ 1999 insgesamt 852 . 227 Wohnungen in 224 . 227 Wohngebäuden (Statistisches Landesamt Hamburg)

Bleiinstallationen finden sich nicht nur im häuslichen Verteilungssystem, sondern auch im Bereich der Hausanschlussleitungen. Diese stellen das Bindeglied zwischen der Hausinstallation und dem Leitungsnetz der öffentlichen Wasserversorgung dar. Die Hausanschlussleitung liegt dabei zu einem Teil auf öffentlichem Grund – hier sind die Hamburger Wasserwerke GmbH (HWW) Eigner des Leitungsstückes – und zum anderen Teil auf privatem Grundstück – hier ist der Grundeigentümer Eigner. Die HWW geben an, dass von insgesamt 227.500 Hausanschlussleitungen etwa 35.890 (16%) aus Blei bestehen.

3.3 Gesetzliche Regulation von Blei im Trinkwasser

1993 legte die Weltgesundheitsorganisation (WHO) einen Leitwert von 10 µg/l für Blei im Trinkwasser fest (1). Die WHO hatte hierbei insbesondere die toxikologische Wirkung von Blei auf die Entwicklung des kindlichen Nervensystems berücksichtigt und den Mitgliedsländern empfohlen, ihre nationalen Standards dem Leitwert anzupassen.

Diese Empfehlung wurde von der Europäischen Union mit der Überarbeitung der „Richtlinie des Rates vom 03. November 1998 über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch“ übernommen (2). Auf Grund der weiten Verbreitung von Bleiinstallationen und der hohen Sanierungskosten wird der Reduzierung eine Übergangsfrist von 15 Jahren eingeräumt.

Die Änderungen der EU-Trinkwasser-Richtlinie machte eine Novellierung der nationalen Trinkwasserverordnung erforderlich, deren Bleigrenzwert noch 40 µg/l beträgt. Die Novellierung ist mit der Zustimmung des Bundesrates vom 15.02.2001 abgeschlossen. Die Trinkwasserverordnung tritt am 1. Januar 2003 in Kraft. Die Reduzierung des Bleigrenzwertes von jetzt 40 auf 10 µg/l ist (3) mit folgenden Übergangsfristen festgeschrieben: Der Grenzwert von 40 µg/l wird bis zum 1. Dezember 2003 gültig sein. Ab diesem Datum bis zum 1. Dezember 2013 wird der Grenzwert auf 25 µg/l gesenkt. Ab dem 1. Dezember 2013 wird der Grenzwert 10 µg Blei/l betragen. Der Grenzwert ist an der Stelle einzuhalten, die der Entnahme von Wasser für den menschlichen Verbrauch dient. Grundlage für die Beurteilung ist eine „für die durchschnittliche wöchentliche Wasseraufnahme durch Verbraucher repräsentative Probe“. Die Verfahren zur Entnahme von Proben soll nach Artikel 7 Abs. 4 der EU-Trinkwasser-Richtlinie festgelegt werden. Dies steht zur Zeit allerdings noch aus.

3.4 Bleikonzentration im Hamburger Trinkwasser

Die Höhe der in Hamburg nachgewiesenen Bleikonzentrationen lassen sich aus der Hamburger Trinkwasserdatenbank der BAGS ableiten. Diese Datenbank enthält die Ergebnisse von Untersuchungen auf Blei im Trinkwasser aus ca. 6.250 Hamburger Haushalten vom

2.1.1990 bis 30.09.1999. Die Untersuchungen sind anlassbezogen entnommen und untersucht worden.

Einen Überblick über die Untersuchungsergebnisse gibt die Abbildung 1, in der die prozentuale Verteilung der gemessenen Konzentrationen in Klassen von 10 µg/l dargestellt ist.

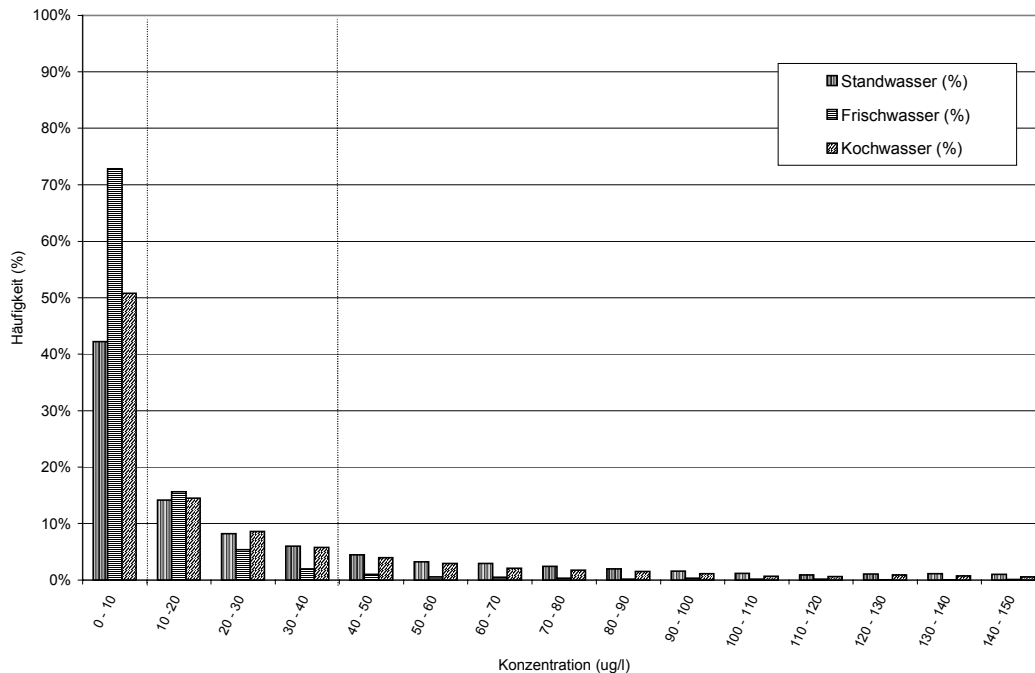


Abb. 1: Ergebnisse von Bleimessungen im häuslichen Trinkwasser von 02.01.1990 – 30.09.1998, (n=6252), Hamburger Trinkwasserdatenbank

Eine Untersuchung des Trinkwassers auf Blei besteht aus drei Proben, die unter verschiedenen Bedingungen entnommen werden. *Standwasser* hat über mehrere Stunden - möglichst über Nacht - in der Leitung gestanden und enthält die höchste Konzentration von Stoffen aus den Leitungsmaterialien. *Frischwasser* ist das Wasser mit der kürzesten Verweilzeit in der Leitung, entnommen nach ablaufen lassen des Standwassers; es ist meist am geringsten mit Blei belastet. *Kochwasser* ist das Wasser welches üblicherweise zum Kochen von Speisen verwandt und spontan, ohne ablaufen lassen, zur Mittagszeit entnommen wird. Die Konzentrationen im Kochwasser liegen meist zwischen denen von Stand- und Frischwasser. Die gestrichelten senkrechten Linien zeigen den zur Zeit gültigen Grenzwert von 40 µg/l und den zukünftigen Grenzwert von 10 µg/l an.

3.5 Überschreitungen des Grenzwertes in Trinkwasserproben

Der gültige Grenzwert von 40 µg/l wird im Standwasser in circa 30 % aller der BAGS vorliegenden Untersuchungen aus privaten Haushalten überschritten. Der künftige Grenzwert von

10 µg/l würde in ca. 58 % aller Untersuchungen übertroffen werden. Das Frischwasser besitzt eine wesentlich bessere Qualität, da hier der Grenzwert von 40 µg/l lediglich in 4 % der Untersuchungen überschritten wird, der Wert von 10 µg/l wird dagegen immerhin noch in 27 % aller Untersuchungen überschritten.

Demnach lässt sich der Grenzwert von 40 µg/l bei vorhandenen Bleiinstallationen noch relativ sicher - in fast 80 % der untersuchten Wohnungen - durch ablaufen lassen des Standwassers einhalten. Dies gilt jedoch nicht für den zukünftigen Grenzwert von 10 µg/l. Zwar lässt sich auch hier die Belastung des Trinkwassers reduzieren, aber nicht sicher auf 10 µg/l. Dies wird durch die folgende Abbildung 2 verdeutlicht. Hier wurde der arithmetische Mittelwert für jede Wasseruntersuchung jeweils über die drei Messwerte (Stand-, Frisch- und Kochwasser) dargestellt. Zusätzlich sind die Mittelwerte als Summenhäufigkeit in Form einer Kurve dargestellt.

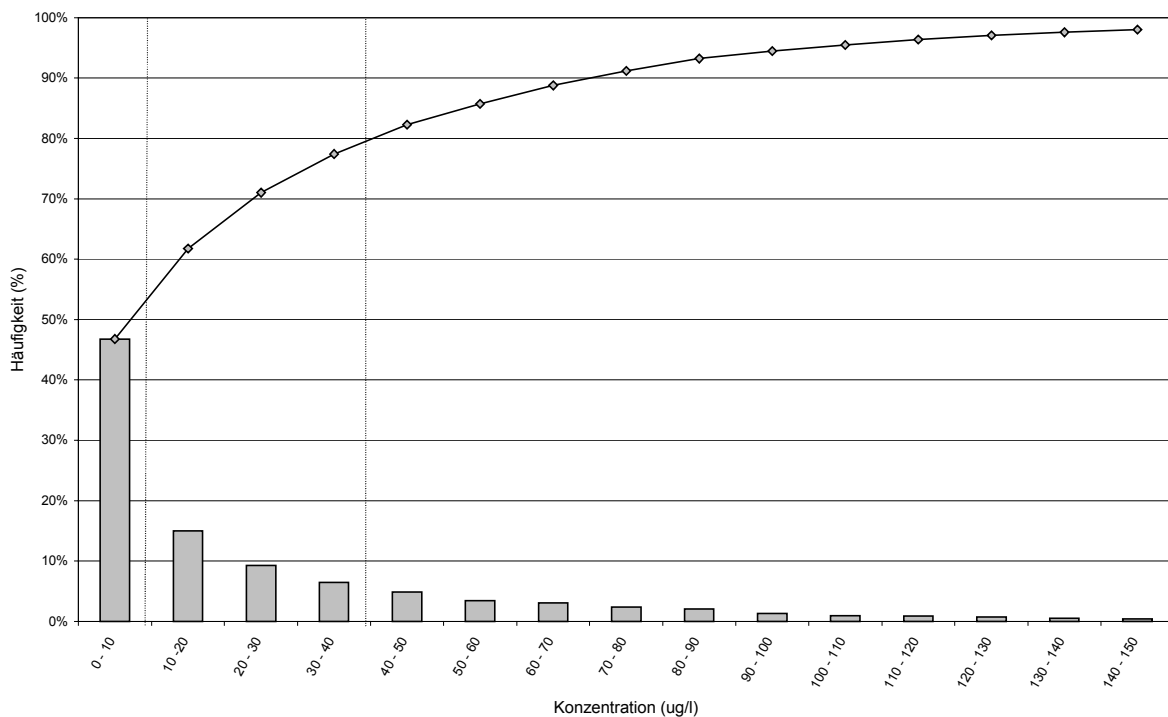


Abb. 2: Mittelwert der Bleimessungen im häuslichen Trinkwasser, 04.01.1990 – 30.09.1999 (n=6252), Hamburger Trinkwasserdatenbank

Auch nach einer Untersuchung der *Stiftung Warentest*, die eigene Untersuchungsergebnisse von Wasserproben aus privaten Haushalten veröffentlichte (4), traten Überschreitungen des Trinkwassergrenzwertes von 40 µg/l für Blei in der Hansestadt „besonders häufig“, das heißt in über 15% der Trinkwasserproben auf.

Durch die Reduzierung des Bleigrenzwertes ist in Zukunft vermehrt mit Grenzwertüberschreitungen, bedingt durch bleihaltige Installationsmaterialien, zu rechnen. Die Bleikonzentration

des Trinkwassers in den 13 Hamburger Wasserwerken wird regelmäßig überprüft. Grenzwertüberschreitungen mit Blei sind hier nicht aufgetreten.

4 Wirkungen von Blei auf die Gesundheit und aktuelle Belastungssituation

4.1 Zusammenfassung

Eine Schwellenkonzentration für die Wirkung von Blei auf die Gesundheit des Menschen kann nicht eindeutig definiert werden. Die Meidung bekannter Bleiquellen, die zu einer chronischen Belastung führen können, ist deshalb in jedem Falle sinnvoll. Die BAGS hat daher Empfehlungen zur Minderung der Bleizufuhr durch belastetes Trinkwasser ausgesprochen. Inwieweit sie von den Betroffenen beachtet und im Alltag dauerhaft umgesetzt werden, ist nicht bekannt.

Die Bleibelastung der Allgemeinbevölkerung in Deutschland ist in den letzten Jahren rückläufig. Dies ist besonders auf Maßnahmen der Luftreinhaltung bei Industriebetrieben und auf das nahezu vollständige Verbot von Blei in Kraftstoffen zurückzuführen. Akute Vergiftungen mit hohen Dosen des Schwermetalls Blei werden heute relativ selten beobachtet.

Ob bei einer Person aktuell eine erhöhte Bleibelastung vorliegt, lässt sich anhand der Untersuchung des Vollblutes gut einschätzen.

Der Blutbleigehalt einer werdenden Mutter und die Konzentration im Nabelschnurblut korrelieren signifikant. Eine erhöhte Bleiexposition stellt deshalb insbesondere für junge Frauen unter dem Gesichtspunkt einer eventuellen Schwangerschaft ein gesundheitliches Risiko - dann für Mutter und Kind - dar. Schwangere, Kinder und Ungeborene stellen die sensitivsten Gruppen für die Wirkungen des Schwermetalls dar.

4.2 Bevölkerungsmedizinische Bedeutung der Bleibelastung durch Trinkwasser

Das Trinken von bleihaltigem Leitungswasser, seine Verwendung für Tee, Kaffee oder selbst hergestelltes Sodawasser, sowie die Verwendung des Wassers zum Kochen kann eine erhöhte Bleibelastung des Menschen zur Folge haben. Diese lässt sich anhand der Bleikonzentration im Blut gut einschätzen (5). Trotz fortgesetzter Aufklärung und Beratung durch den öffentlichen Gesundheitsdienst ist unsicher, ob die Information über Schutzmaßnahmen – wie zum Beispiel das Ablaufen lassen des Wassers – ausreichend Beachtung findet. Werden sensitive Verbrauchergruppen nachhaltig erreicht und passen sie ihr Verhalten im Alltag dauerhaft an? Diese Wissenslücke lässt sich nur mit Hilfe einer gezielte Erhebung schließen.

4.3 Auswirkungen einer erhöhten Bleibelastung bei Erwachsenen

Eine Schwellenkonzentration für die Wirkung von Blei konnte bisher nicht gefunden werden (5). Bei einer Belastung des Körpers im Niedrigdosisbereich können chronische Wirkungen des Schwermetalls eine Rolle spielen. Diese konzentrieren sich auf das Nerven- und Blutbildungssystem und auf die Nieren. Als erster kritischer Effekt bei Erwachsenen wird eine geringe Erhöhung des Blutdruckes diskutiert, die allerdings im Vergleich zu anderen Einflussfaktoren (zum Beispiel Alter, Körpergewicht) gering ausgeprägt ist (2;6). Akute Vergiftungen mit hohen Dosen des Schwermetalls Blei sind heute sehr selten geworden. Derartige Fälle können vorkommen, wenn z.B. sehr saure Getränke (Orangensaft) in bleihaltigen Keramiken gelagert werden. Bei Magen-Darm-Koliken stellt die Bleivergiftung eine differentialdiagnostische Überlegung dar. Eine Wirkungsschwelle für Blei konnte bisher nicht festgestellt werden, sodass die Aufnahme von Blei möglichst zu vermeiden ist.

4.4 Bleibelastung bei Kindern und während einer Schwangerschaft

Die Aufnahme von Blei stellt besonders für junge Frauen unter dem Gesichtspunkt einer eventuellen Schwangerschaft ein gesundheitliches Risiko - dann für Mutter und Kind - dar. Kinder und Ungeborene sind die sensitivsten Gruppen. Bleibedingte neuropsychologische Effekte drücken sich bei ihnen als persistierende, eventuell irreversible Defizite in Intelligenz und Psychomotorik aus (7-10). Das Schwermetall wird bevorzugt im Knochen mit einer Halbwertszeit von 10 bis über 20 Jahren deponiert (5) und kann von dort während der Schwangerschaft, wenn der Mineralstoffwechsel erhöht ist, verstärkt mobilisiert werden. Es erreicht das Ungeborene ungehindert durch die Plazenta (11). Die Bleikonzentration im Blut der Mutter und die im Nabelschnurblut korrelieren hoch signifikant (12;13).

Durch mangelnde Calcium-Versorgung kann der Prozess der Bleifreisetzung im mütterlichen Körper verstärkt werden (14). Bei schwangeren Frauen erwies sich eine geringe Calciumzufuhr während der Schwangerschaft als eine den Blutbleispiegel signifikant erhöhende Einflussgröße (14-16). Blei verhält sich im Körper ähnlich wie Calcium und wird als tertiäres Bleiphosphat anstelle von Calciumphosphat im Knochen eingebaut beziehungsweise an Apatit angelagert. Beim Erwachsenen befindet sich daher der Hauptteil der Gesamtkörperlast an Blei im Knochen. Die orale Calciumzufuhr führt zu einer verringerten Bleiaufnahme. Bei Calciummangel steigt die Bleiresorption aus dem Knochengüst. Möglicherweise wird auch weniger Blei aus dem Knochen herausgelöst, wenn ausreichend Calcium im Blut zirkuliert. Für das ungeborene Kind stellt das Bleidepot im Knochen der Mutter eine Bleiquelle dar. Die Mobilisierung aus dem Knochendepot und damit die Übertragungsmöglichkeit auf

das Ungeborene kann durch Calciummangel während der Schwangerschaft verstärkt werden.

4.5 Gegenwärtige Bleibelastung der Bevölkerung

Die Bleibelastung der Allgemeinbevölkerung in Deutschland ist in den letzten Jahren rückläufig. Dies ist besonders auf Maßnahmen der Luftreinhaltung bei Industriebetrieben und auf das nahezu vollständige Verbot von Blei in Kraftstoffen zurückzuführen (17). Damit einhergehend sinkt die Blutbleikonzentration der Bevölkerung. Während Frauen im Alter von 25 - 69 Jahren 1985/86 noch 64 µg Blei/l Blut (arithmetisches Mittel) aufwiesen (18), sind es 1990/1992 nur noch 44 µg/l (19). Nach den neuesten Ergebnissen des Umweltsurveys setzt sich dieser Trend fort (20). Nichtraucherinnen weisen gegenüber Raucherinnen geringere Blutbleigehalte auf. Dies konnte bei Kollektiven aus Deutschland (21) und Belgien (22) gezeigt werden konnte.

Auch bei Kindern sank die Bleibelastung in den letzten Jahren: von 1994 bis 1997 verringerte sich der mittlere Blutbleispiegel bei Schulanfängern aus Deutschland um 3,7 µg/l auf 36,6 µg/l (23).

Der Verbraucher nimmt heute Blei in erster Linie über Lebensmittel auf. Bleileitungen erwiesen sich als signifikanter Einflussfaktor auf den Bleigehalt im Blut in einer Berliner Studie mit 800 Frauen (24). In den Umweltsurveys von 1989 sowie 1990/1992 (18) (25) konnten 13,3% der Varianz durch Trinkwasser erklärt werden (26). Vergleichbare Ergebnisse liegen aus Großbritannien vor (27). Ab einer Bleikonzentration von 20 µg/l im Trinkwasser erhöhte sich der mittlere Blutbleispiegel um etwa 30 µg/l gegenüber den Fällen, bei denen der Trinkwasserbleigehalt unter 5 µg/l lag (19). Anhand der üblichen Trinkwasserverbrauchsmengen und der von der WHO toxikologisch abgeleiteten Werte für die vorläufige tolerable wöchentliche Zufuhr von Blei² konnte gezeigt werden, dass der Bleigehalt im Trinkwasser 10 µg/l nicht übersteigen sollte (28).

Als eine weitere relevante Einflussgröße auf den Blutbleigehalt erwies sich der Wein- beziehungsweise der Alkoholkonsum im Umweltsurvey (19) und in der mit 834 Männern und 1899 Frauen in den Jahren 1987/1988 angelegten Verbundstudie Ernährungserhebung und Risikofaktorenanalytik (VERA) (29). Dabei führte Wein zu einem stärkeren Anstieg des Blutbleispiegels als Bier. Wichtigster Prädiktor für den Blutbleigehalt war der Weinkonsum bei 1700 Schweizer Bürgern (17). Ob der beobachtete Einfluss des Weinkonsums auf den Bleigehalt

² PTWI-Wert: 0,025 mg/kg Körpergewicht und Woche (provisional tolerable weekly intake)

im Wein, einen erhöhten Stoffwechsel oder auf eine Wirkung des Alkohols auf den Bleimetabolismus zurückzuführen ist, ist noch offen. Wein darf gemäß der Weinverordnung 0,25 mg Blei/l enthalten (30). Der mittlere Bleigehalt in italienischen und französischen Rotweinen lag zwischen 65µg/l (31) und 101 µg/l (29).

Der Verzehr von calciumreichen Lebensmitteln geht in verschiedenen Studien einher mit einem geringeren Blutbleigehalt. Dies wurde im Umweltsurvey 1990/1992 (25- bis 69-jährige Männer und Frauen) (19), bei 1849 Mutter-Kind-Paaren aus Mexiko (12), bei 932 Schwangeren (16;32) und in der Schweiz beobachtet (17). Während die Calciumaufnahme sowie der Konsum von Milch und Milchprodukten mit einem niedrigeren Blutbleigehalt assoziiert waren, hatte der Verzehr von Käse keinen Einfluss (29). Mit steigendem Alter erhöht sich erwartungsgemäß der Blutbleigehalt bei Erwachsenen (6;17;19;29;32).

5 Ziele, Entwicklung und Aufbau der Studie

5.1 Zusammenfassung

Im August 1999 wurde das Studiendesign der Arbeitsgruppe "Blei im Trinkwasser" der BAGS der Ethikkommission der Hamburger Ärztekammer und dem Hamburger Datenschutz vorgelegt, die keine Bedenken gegen die Durchführung der Studie äußerten. Als Kooperationspartner bei der Durchführung der Studie wirkte der Gesundheits- und Umwelt-Treff (GUT) des Umwelt- und Gesundheitsamtes des Hamburger Bezirks Eimsbüttel mit.

Die Studie besteht aus zwei Teilschritten: Erstens einer Bestandserhebung (Querschnitterhebung) und zweitens einer Situationsveränderung (Intervention) mit Verlaufsbeobachtung.

Die Interventionsstrategien orientieren sich an den wesentlichen Empfehlungen der BAGS die Aufnahme von Blei durch Trinkwasser zu reduzieren: Zum einen die Bleiaufnahme durch Änderung der Verbrauchsgewohnheiten - Verwendung von Frischwasser (Mindern) - zu senken. Zum anderen wird betont, dass lediglich der Austausch von Bleiinstallationen (Meiden) die Einhaltung der Grenzwerte garantiert.

Hypothesen, die mit Hilfe der Studie überprüft werden sollen, sind:

- Es gibt in Hamburg junge Frauen zwischen 20 und 30 Jahren, die infolge des Konsums bleihaltigen Trinkwassers einen erhöhten Blutblei-Gehalt aufweisen.
- Durch Minimieren der Bleiaufnahme oder Meiden von bleihaltigem Trinkwasser lässt sich der Blutbleispiegel senken.

5.2 Ziele der Studie

Eine erhöhte Bleiaufnahme ist, wie in Kapitel 4 ausführlich geschildert, für empfindliche Bevölkerungsgruppen langfristig mit gesundheitlichen Risiken verbunden. Junge Frauen zwischen 20 und 30 Jahren sind für das hier beschriebene Untersuchungsprogramm sowohl die geeignetsten Teilnehmerinnen, als auch die für Präventionsmaßnahmen prädestinierte Gruppe. Für die Studie wurden die folgenden Primärhypothesen formuliert:

- Es gibt in Hamburg junge Frauen zwischen 20 und 30 Jahren, deren Trinkwasser bleihaltig ist und die infolge des Konsums dieses Trinkwassers einen erhöhten Blutblei-Gehalt aufweisen.
- Durch Minimieren und Meiden von bleihaltigem Trinkwasser lässt sich der Blutblei-Spiegel senken.

5.3 Entwicklung des Studiendesigns

Das Studiendesign wurde von einer Arbeitsgruppe aus Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Umweltmedizinischen Beratungsstelle (UMB), des Referates Umweltbezogener Gesundheitsschutz der Behörde für Arbeit, Gesundheit und Soziales der Freien und Hansestadt Hamburg (BAGS) und der Arbeitsgruppe Epidemiologie entwickelt. Im August 1999 wurde das Studiendesign der Ethikkommission der Hamburger Ärztekammer und dem hamburgischen Datenschutzbeauftragten vorgelegt, die keine Bedenken gegen die Durchführung der Studie äußerten. Als Kooperationspartner bei der Durchführung der Studie wirkte der Gesundheits- und Umwelt-Treff (GUT) des Umwelt- und Gesundheitsamtes des Hamburger Bezirks Eimsbüttel mit.

5.4 Studienaufbau

Die Studie besteht aus zwei aufeinanderfolgenden Teilschritten, die jeweils der Überprüfung der beiden unter 5.1 genannten Ausgangshypothesen dienen: erstens eine Bestandserhebung als Querschnittsuntersuchung und zweitens eine Situationsveränderung (Intervention) mit Verlaufsbeobachtung als eingebettete Längsschnittbeobachtung.

5.4.1 Querschnittsuntersuchung als Bestandserhebung

Alle in der Untersuchungsregion gemeldeten Frauen einer Altersgruppe erhielten ein Anschreiben, welches das Angebot zur Teilnahme an der Studie unterbreitete und Ein- und Ausschlusskriterien enthielt (siehe Anlage 2). Bei allen Teilnehmerinnen wurden Trinkwasser

(3 Proben siehe Anlage 3) und Vollblut auf Blei analysiert. Außerdem wurde ein von der Probandin auszufüllender Fragebogen ausgehändigt (siehe Anlage 4).

Es bestand das Angebot, bei Bedarf eine individualmedizinische Beratung durch die Umweltmedizinische Beratungsstelle wahrzunehmen und bei auffälligen Bleikonzentrationen im Trinkwasser am Interventionsteil der Studie teilzunehmen.

Waren beide Analysen unauffällig, so erhielt die Probandin ein Schreiben mit den Ergebnissen, ihrer Interpretation und der Information, dass die Studie für sie beendet sei (siehe Anlage 5).

5.4.2 Eingebettete Längsschnittbeobachtung mit Intervention

Es wurde geplant, dass Teilnehmerinnen mit mindestens einem Trinkwasseruntersuchungsergebnis oberhalb des zukünftigen Grenzwertes von 10 µg/l, die angaben, das häusliche Trinkwasser zu konsumieren, eine schriftliche Einladung zur Teilnahme an einer Informationsveranstaltung erhalten. Diese Einladung wurde unabhängig von der Bleikonzentration im Blut ausgesprochen. Bei dieser Gruppe wurde davon ausgegangen, dass ein Belastungspotential und die Möglichkeit der Vermeidung beziehungsweise Verringerung existiert. Während der Abendtermine wurden Zwischenergebnisse der Querschnittuntersuchung und die jeweilige Interventionsstrategie erläutert. Teilnehmerinnen, die nicht zu den Informationsabenden kommen konnten, wurden fernmündlich und schriftlich um ihre Teilnahme an der Intervention gebeten.

Die Interventionsdauer wurde mit dem dreifachen Wert der durchschnittlichen Halbwertszeit von Blei im Blut festgelegt. Die Halbwertszeit beträgt ca. 21 Tage bzw. 3 Wochen, sodass die Interventionszeit ca. 10 Wochen dauern sollte. Nach der Interventionsphase erfolgte eine weitere Blutentnahme und eine erneute Befragung mit einem weiteren, von der Probandin auszufüllenden Fragebogen. Die Teilnehmerinnen erhielten abschließend ein individuelles Schreiben mit dem Ergebnis der zweiten Blutprobe, eine Bewertung dieser Ergebnisse und das Faltblatt der BAGS "Blei im Trinkwasser". Außerdem wurde eine weiterführende persönliche Beratung durch die Mitarbeiter der UMB angeboten.

5.4.2.1 Interventionsstrategien "Mindern" und "Meiden"

Die beiden Interventionsstrategien orientierten sich an den wesentlichen Empfehlungen der BAGS.

1. „Mindern“: Hier wird die Empfehlung überprüft, die Bleiaufnahme durch Änderung der Verbrauchsgewohnheiten, insbesondere durch ablaufen lassen des Standwassers, zu reduzieren.

2. „Meiden“: Überprüfung der Empfehlung, die Bleirohre auszutauschen, da dadurch die sichere Einhaltung der Grenzwerte gewährleistet ist und es nur so zu einer nachhaltigen Senkung der Bleiaufnahme kommt.

Die Empfehlung die Bleiaufnahme durch die Verwendung von Frischwasser zu mindern, ließ sich kurzfristig und unkompliziert umsetzen. Der Austausch von Bleiinstallationen dagegen war im Rahmen des Untersuchungsprogramms nicht mit vertretbarem Aufwand zu realisieren. Er wurde simuliert, indem das Trinkwasser aus der häuslichen Leitung mit handelsüblichem, in Flaschen abgefülltem stillem Wasser ersetzt wurde. Die Teilnehmerinnen der Interventionsgruppe "Meiden" wurden aufgefordert, während der Intervention zum Kochen von Getränken und zur Nahrungszubereitung zuhause nur dieses Wasser einzusetzen. Zu diesem Zwecke wurde ihnen ein Merkblatt (siehe Anlage 6) ausgehändigt.

Die Zuordnung der Teilnehmerinnen zu einer der zwei Interventionsgruppen erfolgte nach dem Zufallsprinzip (Zufallsfunktion im Tabellenkalkulationsprogramm Excel). Vor Beginn der Interventionsphase wurden potentielle Probleme während dieser Studienphase durch besondere Lebensumstände der Probandin (Urlaub, Arbeitsplatzwechsel, Schwangerschaft etc.) diskutiert und das Verfahren mit diesen Problemen festgelegt (siehe Anlage 7).

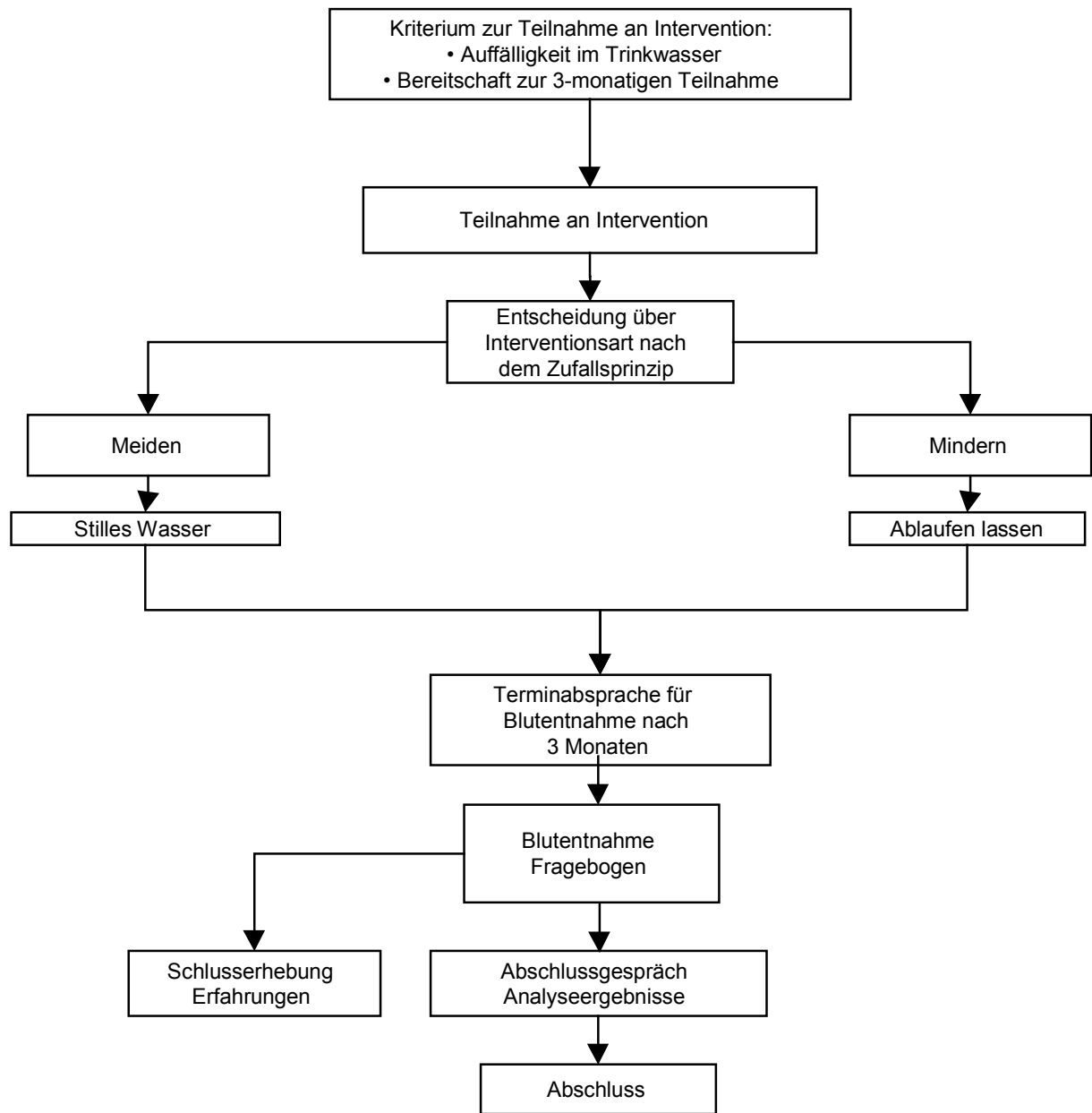


Abb. 3: Fließdiagramm Intervention

6 Stichprobe, Ausschlusskriterien und Untersuchungsregion

6.1 Zusammenfassung

Im Herbst 1999 wurden 2580 Frauen zwischen 20 bis 30 Jahren aus dem Kerngebiet des Stadtteiles Eimsbüttel angeschrieben. Folgende Einschluss- und Ausschlusskriterien für die Teilnahme an der Studie wurden festgelegt:

Einschlusskriterien: Alter von 20 bis 30 Jahren, Nichtraucherin seit mindestens 6 Monaten und seit mindestens 1 Jahr unter der gemeldeten Adresse wohnhaft.

Ausschlusskriterien: Schwangerschaft, stillend, Beginn der Studie während der ersten 6 Monate nach Geburt.

Die Untersuchungsregion wurde anhand eines Datensatzes über Bleiuntersuchungen im Trinkwasser ausgewählt.

6.2 Studienpopulation und Art der Stichprobengewinnung

Als Zielgruppe der Studie wurden Frauen zwischen 20 und 30 Jahren ausgewählt. Diese sind für präventive Maßnahmen besonders geeignet, da während und nach einer möglichen Schwangerschaft eine Belastung des Fötus beziehungsweise des Säuglings durch das aus Körperdepots der Mutter mobilisierte Blei erfolgen kann.

Das Amt für zentrale Meldeangelegenheiten der Freien und Hansestadt Hamburg stellte die Adressen von Frauen der Geburtsjahrgänge 1969-1979 zur Verfügung, die in den ausgewählten Ortsteilen 301-308 (Karte siehe Anlage 8) unter der derzeitigen Adresse seit mindestens einem Jahr gemeldet waren. Vom 30.09.1999 bis 20.11.1999 wurden alle 2.580 Frauen zwischen 20 und 30 Jahren aus den genannten Ortsteilen angeschrieben. Die Vollerhebung erfolgte gestuft. An 5 Terminen im Abstand von etwa 10 Tagen wurden jeweils rund 500 Briefe versandt, um die Organisation von Datenerhebung, Dokumentation und dem Rückruf der interessierten Frauen bewältigen zu können. Die Briefe enthielten das Anschreiben, in dem über die Ziele der Studie informiert wurde und eine Postkarte mit ausgefüllten Adressen und Absendern. Das Rücksenden der Postkarten war kostenlos. Sobald eine ausgefüllte Antwortpostkarte in der BAGS eintraf, wurde die potenzielle Teilnehmerin angerufen, die Einschluss- und Ausschlusskriterien fernmündlich überprüft und ein Termin zur Blutentnahme vereinbart. Das Anschreiben enthielt eine Telefonnummer, unter der die Teilnehmerin alternativ direkt Kontakt mit der Arbeitsgruppe Blei aufnehmen konnte. Beim ersten telefoni-

schen Kontakt erhielten alle Teilnehmerinnen eine Identifikationsnummer (ID) zur späteren Anonymisierung der Proben.

Der Probandin wurde ein Päckchen mit den Probeentnahmegefäßen für Trinkwasser, einer Anleitung zur Probenahme, einem Fragebogen und einer Wegbeschreibung zum Ort der Blutentnahme geschickt. Alle Frauen wurden nur einmal angeschrieben.

6.3 Ein- und Ausschlusskriterien

Wesentliches Ziel der Studie war die Überprüfung der Beziehung zwischen Blei im Trinkwasser und der Bleikonzentration im Blut. Daher musste möglichst ausgeschlossen werden, dass andere Faktoren als der Trinkwasserbleigehalt die Bleibelastung beeinflussten. Der Bleigehalt wird auch durch das Alter und Rauchverhalten (6;14) bestimmt, und während einer bestehenden Schwangerschaft (6;33) verändert. Um die Vergleichbarkeit der Untersuchungsergebnisse untereinander zu gewährleisten, wurden deshalb die folgenden Ein- und Ausschlusskriterien für die Teilnahme an der Studie definiert:

Einschlusskriterien:

- Alter ≥ 20 bis ≤ 30 Jahre
- Nichtraucherin seit mindestens 6 Monaten
- mindestens 1 Jahr unter aktueller Adresse wohnhaft

Ausschlusskriterien:

- Schwangerschaft
- Stillphase
- Geburt liegt weniger als 6 Monate zurück

6.4 Untersuchungsregion

Zur Auswahl der Untersuchungsregion in Hamburg dienten Daten der Hamburger Trinkwasserdatenbank über Bleiuntersuchungen, die auf Initiative von betroffenen Bürgern in Hamburg durchgeführt wurden (siehe auch Kap. 3.1). Die Untersuchungsergebnisse wurden, soweit dies eindeutig möglich war, über die Postleitzahl den jeweiligen Hamburger Ortsteilen zugewiesen. Von 3.820 Untersuchungsergebnissen ließen sich 3.458 zuordnen. Die einzelnen Ortsteile wurden auf ihre Eignung als Untersuchungsregion an Hand folgender Kriterien untersucht:

- In mindestens 30% aller anlassbezogenen Trinkwasserproben sollten alle drei Proben $10 \mu\text{g/l}$ Blei überschreiten.
- Es sollten mindestens 50 Trinkwasseranalysen aus dem Ortsteil vorliegen

- Das Trinkwasser des Ortsteils sollte nur von *einem* Wasserwerk versorgt und nicht mit Wasser aus anderen Wasserwerken vermischt werden.
- In den Ortsteilen, welche die oben genannten Kriterien erfüllen, sollten mindestens 1000 Frauen im Alter von 20 bis 30 Jahren wohnen.

Nach diesen Kriterien wurde eine Untersuchungsregion im Bezirk Eimsbüttel (Ortsteile 301 – 308) (siehe Anlage 8) ausgewählt, die Wasser aus dem Wasserwerk Stellingen erhält. Anlage 9 enthält die Jahresmittelwerte des aus dem Wasserwerk Stellingen abgegebenen Trinkwassers für den Untersuchungszeitraum 1999. Das Wasser ist durch einen für Hamburg hohen Salzgehalt gekennzeichnet. Der Härtebereich von 3 und ein Sulfatgehalt von 140 mg/l sind für Hamburger Verhältnisse außergewöhnlich hoch. Diese Faktoren führen jedoch nicht zu einer Erhöhung der Bleimengen im Trinkwasser.

Die ausgewählten Ortsteile (siehe Anlage 8) liegen im Kernbereich des Stadtteiles Eimsbüttel und sind durch eine Altbaustruktur mit einer hohen Bevölkerungsdichte geprägt. Die Innenstadt- und Universitätsnähe des Stadtteiles machen diesen Stadtteil für junge Menschen attraktiv, so dass davon ausgegangen wurde, hier viele junge Frauen zur Teilnahme an der Studie motivieren zu können.

Aus diesem Bereich lagen 221 Untersuchungsergebnisse vor. Bei 40 % der Untersuchungen wurde der zukünftige Bleigrenzwert von 10 µg/l in allen drei Proben überschritten.

6.5 Biometrische Begründung des Stichprobenumfangs

Der Anteil von Altbauten mit Bleileitungen wurde aufgrund von Trinkwasserproben auf etwa 20-30% geschätzt. In einzelnen Blocks oder Straßenzügen dürfte der Anteil von Altbauten mit Bleileitungen bis zu 70 % ausmachen.

Unter der Annahme, dass sich junge Frauen homogen auf Altbauten und neuere Häuser verteilen, wurde erwartet, dass circa 20 - 30% der jungen Frauen exponiert sind (geschätzte Prävalenz für die Bleiexposition über Trinkwasser). Soll die Prävalenz in der Stichprobe mit großer Wahrscheinlichkeit wiedergefunden werden, muss die Stichprobe aus der Grundgesamtheit in der ausgewählten Region (Erwartungswert 25%, worst acceptable Wert 20%, Konfidenzintervall von 95%) 224 Personen umfassen.

7 Analytik und Datenerhebungsinstrumente

7.1 Entwicklung des 1. Fragebogens für die Querschnittsstudie

Zunächst wurden mehrere teilweise bundesweit eingesetzte Fragebögen gesichtet und ausgewertet. Diese Fragebögen waren bei Gesundheits- und Umweltsurveys oder zur Ergänzung von Humanbiomonitoring-Untersuchungen im Zusammenhang mit Trinkwasserbelastungen zum Einsatz gekommen.

In Anlehnung an diese Instrumente wurde ein kurzer, in ca. zehn Minuten ausfüllbarer Fragebogen (siehe Anlage 4) ausgearbeitet, der insbesondere die Bleiexposition durch Trinkwasser sowie bekannte Störkomponenten (Confounder) und einige wenige persönliche Daten erfasst. Der Fragebogen wurde in einem Pretest bei 13 nicht in die Studie einbezogenen Frauen im Alter von 20–40 Jahren auf Verständlichkeit getestet und danach überarbeitet. Diese Testpersonen wurden auch um eine subjektive Bewertung des Fragebogens (Verständlichkeit, angemessener Zeitaufwand, Irritationen) gebeten. Der Fragebogen enthielt 22 Fragen, die mit ja/nein, durch Ankreuzen verschiedener vorgegebenen Optionen oder – bei nur wenigen Fragen – mit ergänzenden Freitextfeldern zu beantworten waren.

7.2 Entwicklung des 2. Fragebogens für die Interventionsstudie

Für die Intervention (siehe Kapitel 5.4.2.1.) wurde ein zweiter Fragebogen mit 15 Fragen entwickelt. Er diente dazu, die Compliance – inwieweit die Verhaltensempfehlungen befolgt wurden – und die Akzeptanz der jeweils empfohlenen Interventionsstrategie zu überprüfen. Viele Fragen aus dem ersten Fragebogen konnten wörtlich übernommen werden. Darüber hinaus wurden aber auch Änderungen der Confounder (Störgrößen wie zum Beispiel Schwangerschaft, Rauchverhalten, Arbeitsplatz, Medikamenteneinnahme) erfragt. Da die beiden unterschiedlichen Interventionsstrategien eine geringfügige Veränderungen des erläuternden Textes auf dem Fragebogen erforderlich machten, wurden zwei Varianten dieses Fragebogens erforderlich (siehe Anlage 10).

7.3 Methode und Qualitätskontrolle der Blutbleianalytik

Als Vergleichsdaten für die Bleigehalte im Blut wurden die Referenzwerte der Humanbiomonitoring-Kommission des Umweltbundesamtes (5) herangezogen.

Aus einer Ellenbogenvene wurden nach Desinfektion 2,6 ml Blut in eine Kalium-EDTA enthaltende Monovette (Sarstedt) entnommen. Die Proben wurden bis zum Transport ins Labor maximal einen Tag im Kühlschrank aufbewahrt.

Die Analytik erfolgte durch ein akkreditiertes (EN 45001) externes Labor. Dieses hat seit einigen Jahren erfolgreich an Ringversuchen der „Deutschen Gesellschaft für Arbeits- und Umweltmedizin e.V.“ an der Universität Erlangen u.a. für Bleibestimmungen im umweltmedizinischen Bereich teilgenommen.

Die Analysen wurden dort mittels Graphitrohr- Atomabsorptionsspektrometrie (GF-AAS) und Zeeman-Untergrundkorrektur mit einem Gerät der Firma Perkin-Elmer (PE 4100 ZL) durchgeführt.

Die validierte Untersuchungsmethode für Blei im Blut hatte eine Nachweisgrenze von 1,6 µg/l und eine Bestimmungsgrenze von 4,9 µg/l. Die Präzision innerhalb der Serie betrug 1,3 %, die von Tag zu Tag 5,6 %. Der Korrelationskoeffizient der Kalibrierung hatte einen Wert von $R = 0,9998$.

Zur externen Qualitätskontrolle der Laboranalytik wurden während der ersten Studienphase ohne Kenntnis des Labors sechs Bestimmungen einer Kontrollprobe mitgeführt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 aufgeführt. Der Variationskoeffizient der Serie war mit 9,9 % zwar sehr zufriedenstellend, jedoch etwas größer, als bei der Methodvalidierung. Ein Ausreißertest nach Nalimov ergab, dass der Wert Nr. 3 „wahrscheinlich ein Ausreißer“ ($P=0,95$) ist. Nach Entfernung desselben wurde nun eine ähnliche Unpräzision von Tag zu Tag wie in der Validierung gefunden, ohne dass sich der Mittelwert signifikant geändert hätte.

Der Median der gemessenen Blutuntersuchungen betrug 51,5 µg/l. Die mittlere prozentuale Abweichung der Blutbleiwerte vom Median betrug circa 7,3%. Die gemessenen Werte wichen um 2,9% bis 18,4% vom Median ab.

Tab. 1: Externe Kontrolle der Analytik: Blei im Blut

Nr.	Eingangsdatum	Ergebnis Blei (µg/l)	Abweichung vom Median (%)
1	22.12.1999	46	-10,7
2	17.12.1999	53	2,9
3	08.12.1999	61	18,4
4	01.12.1999	53,5	3,9
5	25.11.1999	49	-4,9
6	05.11.1999	50	-2,9
Mittelwert		52,1	
Standardabweichung		5,16	
Variationskoeffizient		9,9 %	

7.4 Methode und Qualitätskontrolle der Trinkwasseranalytik

Die drei Trinkwasserproben wurden von den Teilnehmerinnen selbst in jeweils 250 ml Kunststoffgefäße aus Polyethylen abgefüllt. Die Probenahme wurde in einem Beiblatt erläutert (siehe Anlage 3). Die Probenahmeflaschen wurden zur Ansäuerung der Probe mit 1 ml 25%-Salzsäure suprapur versehen. Die Analytik erfolgte durch eine zugelassene Trinkwasseruntersuchungsstelle. Das Labor besitzt eine Zulassung nach § 19 Trinkwasserverordnung. Es verfügt daher über ein internes Qualitätssicherungssystem und hat an externen Qualitätssicherungsmaßnahmen erfolgreich teilgenommen. Die Analytik erfolgt nach DIN 38 406 E3. Die Nachweisgrenze lag bei 5 µg/l Blei.

Zur zusätzlichen externen Qualitätskontrolle der Laboranalytik wurden über den Gesamtzeitraum verteilt 5 präparierte Probensätze bestehend aus jeweils drei Wasserproben verschiedener Konzentrationsbereiche mitgeführt. Das Labor hatte hiervon keine Kenntnis. Die mittlere prozentuale Abweichung der gemessenen Bleikonzentration vom tatsächlichen Gehalt ist mit 2,1% gering.

Tab. 2: Externe Kontrolle der Analytik: Blei im Trinkwasser

Gehalt der dotierten Proben (µg/l)	gemessene Konzentration (µg/l)	Abweichung vom wahren Gehalt (%)
30 / 0 / 50	29 / n.n* / 51	3 / 0 / 2
100 / 15 / 48	98 / 15 / 48	2 / 0 / 0
0 / 0 / 0	n.n. / n.n. / n.n.	0 / 0 / 0
300 / 80 / 150	340 / 79 / 160	13 / 1 / 7
50 / 10 / 50	51 / 10 / 49	2 / 0 / 2

* n.n. = nicht nachweisbar, < 5 µg/l

8 Dokumentation und Datenverarbeitung

8.1 Konzept der Dokumentation

Die personenbezogene Datenhaltung wurde auf eine Datei eingeschränkt, in der die Adresse, die Identifikationsnummer (ID) und Informationen zur Verlaufskontrolle bis zum Studienabschluss gehalten wurden. Zur Verlaufskontrolle gehörten im wesentlichen: Das Datum von Anschreiben und die Rückmeldungen, sowie ggfs. die Zuordnung zu einer der beiden Interventionsgruppen.

Die anderen Daten wurden - ohne Bezug zu Namen oder Adresse - in identifikationsbezogene, mit *EpilInfo* entwickelte Eingabemasken eingetragen. Die Dateneingabe und -pflege er-

folgte durch eine versierte Fachkraft, die auch den Datenexport zur statistischen Bearbeitung übernahm. Die folgende Tabelle bietet eine Übersicht der Dateien.

Tab. 3: Dokumentationsstruktur

Inhalt	Personenbezug
1. Identifikationsnummer (ID), Name, Adresse, Verlaufsdaten	Ja
2. ID, erster Fragebogen: Bezug der Wohnung, Material der Leitungen, Trinkwasserkonsum, Ernährung, Arbeitsplatz etc.; Messwerte: Trinkwasserbleiwerte, Blutbleiwert	Nein
3. ID, zweiter Fragebogen nach Intervention: Trinkwasserkonsum, Arbeitsplatzwechsel, Eigeneinschätzung der Intervention etc.; Messwert: Blutbleiwert	Nein

8.2 Beschreibung der Datenverarbeitungstechnik

Nach Plausibilitätsprüfung und Qualitätssicherung wurden die EpilInfo Dateien 2. und 3. der Tabelle 3 mittels der ID zu einer Datei zusammengefügt. Die weitere Analyse erfolgte mit EXCEL und SPSS.

9 Ergebnisse der Bestandserhebung

Die Studie war als Vollerhebung mit einmaligem Anschreiben, das die Aus- und Einschlusskriterien enthält, konzipiert.

9.1 Zusammenfassung

Im Rahmen der Studie wurden 2580 Frauen in der Zeit vom 30.09.1999 bis 20.11.1999 angeschrieben. Abschließend lagen von 248 Frauen vollständige Datensätze bestehend aus Bleigehalten in Trinkwasser (Stand-, Koch- und Frischwasser) und im Blut, sowie ein ausgefüllter Fragebogen vor. Die Teilnehmerinnen waren im Mittel 27,6 Jahre alt und überwiegend berufstätig. Die meisten Frauen hatten keine Kinder. Sie wiesen einen überdurchschnittlich hohen Bildungsstand auf; mit 80% der Frauen waren etwa doppelt so viele Abiturientinnen vertreten wie im Hamburger Durchschnitt.

Blei wurde im Trinkwasser von 57% der Teilnehmerinnen nachgewiesen. Voraussetzung für die Reduzierung einer Aufnahme von Blei ist das Wissen, ob die Trinkwasserinstallation im Wohnhaus Blei enthält. Fundierte Kenntnisse hierüber waren wenig verbreitet: über 70 % der Teilnehmerinnen konnten zum Installationsmaterial keine Angaben machen. Bei mehr als der Hälfte der Teilnehmerinnen, die nichts über das Installationsmaterial wussten, war Blei im Trinkwasser nachweisbar.

Nur 7% der Probandinnen fühlten sich über die Qualität ihres Trinkwassers ausreichend informiert. Die Übrigen wünschten sich mehr Informationen, insbesondere vom Eigentümer

des Hauses, vom Betreiber der Wasserversorgung, aber auch vom öffentlichen Gesundheitsdienst.

Es wurden keine Bleikonzentrationen im Blut gemessen, die eine akute Wirkung des Schwermetalls auslösen könnten. Alle in der Studie gemessenen Blutbleikonzentrationen lagen unter dem Referenzwert der Kommission für Human-Biomonitoring beim Umweltbundesamt von 100 µg/l (HBM I Wert). Die Kommission für Human-Biomonitoring weist aber darauf hin, dass für eine Wirkung von Blei keine Schwelle bekannt ist. Das heißt, auch bei Unterschreitung des HBM I Wertes sollte die Belastung soweit wie möglich reduziert werden.

Bei Frauen aus Haushalten mit Blei im Trinkwasser über oder gleich dem künftigen Grenzwert von 10 µg/l (n=117) lagen die Blutbleiwerte im Mittel höher als bei den übrigen Probandinnen. Erhöhend auf den Blutbleigehalt wirkten sich nach statistischen Berechnungen der Bleigehalt im Trinkwasser, die getrunkene Wassermenge, die errechnete, mit Trinkwasser zugeführte Bleimenge sowie das Alter und der Weinkonsum aus. Je höher der Milchkonsum war, umso niedriger waren in der Tendenz die Blutbleigehalte. Diese Einflussgrößen blieben auch bei ihrer gleichzeitigen Betrachtung relevant, wobei die Bleizufuhr über Trinkwasser der wichtigste Einflussfaktor war.

9.2 Anzahl der Teilnehmerinnen

281 der angeschriebenen 2580 Frauen bekundeten ihre Bereitschaft zur Teilnahme, indem sie sich schriftlich oder fernmündlich mit der BAGS in Verbindung setzten. 18 Interessentinnen mussten von einer Teilnahme ausgeschlossen werden, da sie entweder die Teilnahme-kriterien nicht erfüllten oder sich zu spät meldeten.

Weitere neun Frauen, mit denen eine Kontaktaufnahme zur Durchführung der Blutuntersuchung nicht mit vertretbarem Aufwand möglich war, konnten ebenfalls an der Untersuchung nicht teilnehmen. Sechs unvollständige Datensätze wurden ebenfalls ausgeschlossen, da hier entweder fehlerhafte Angaben zu den Eingangsvoraussetzungen gemacht wurden oder eine unvollständige Probenahme vorlag. Insgesamt wurden 33 Probandinnen, die ursprünglich teilnehmen wollten, aus der Studie herausgenommen. Abschließend lagen von 248 Frauen (10%) vollständige Datensätze vor, bestehend aus Bleiwerten in Trinkwasser (Stand-, Koch- und Frischwasser) und im Blut sowie einem ausgefüllten Fragebogen.

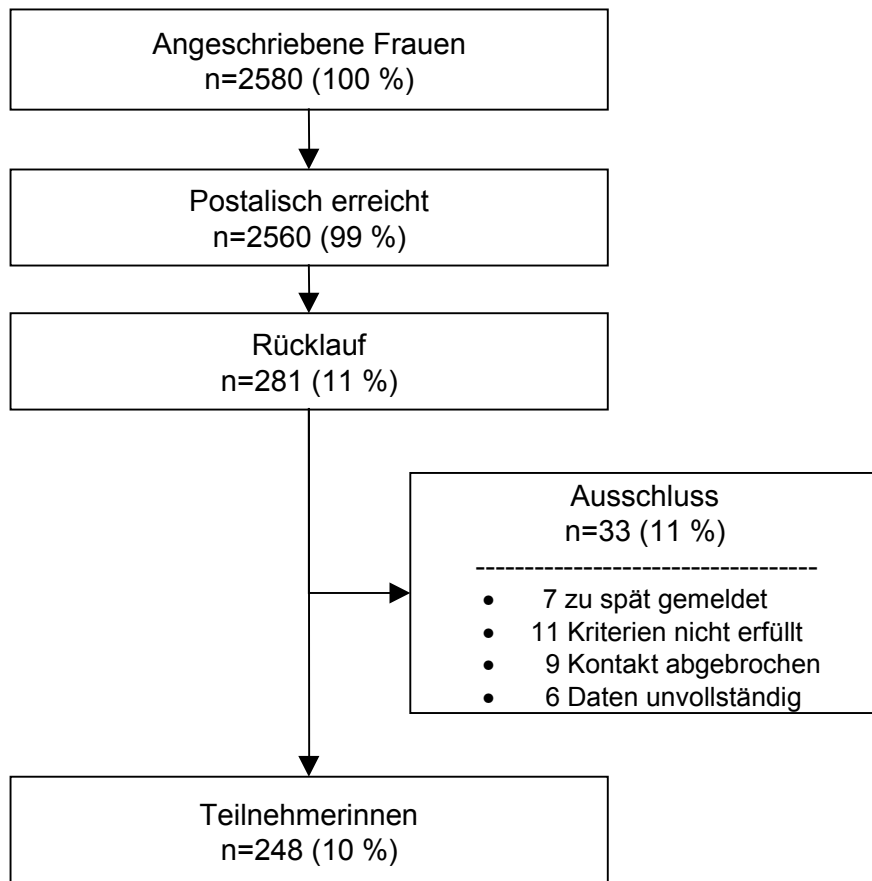


Abb. 4: Beteiligung an der Studie „Bleibelastung durch Trinkwasser“, Hamburg, 1999
 Infolge der Ausschlusskriterien (Nichtrauchend, nicht schwanger oder stillend) konnten ca. 50 % der Frauen an der Studie nicht teilnehmen. Damit ist die Responserate höher einzuschätzen.

9.3 Ergebnisse der Befragung

9.3.1 Altersverteilung und Anzahl der Kinder

Ausschlaggebend ist das Alter zum Zeitpunkt der Blutentnahme. Eine Probandin erschien am 29. Oktober zur Blutentnahme, wurde allerdings erst im November 20 Jahre alt.

Der arithmetische Mittelwert der Altersverteilung liegt mit 27 Jahren im oberen Drittel der angeschriebenen Jahrgänge. Insbesondere haben sich die 28- bis 30-jährigen Frauen für die Studie interessiert. Die Altersverteilung der 248 Teilnehmerinnen ist im Vergleich zur Normalverteilung rechtsschief.

Tab. 4: Altersverteilung der Teilnehmerinnen

	min.	max.	Mittelwert	Perzentile			
				25.	50.	75.	95.
Alter (Jahren)	20	31	27	25	28	29	30

232 (94%) Frauen waren kinderlos. 13 Frauen (5%) hatten ein und drei (1%) zwei Kinder.

9.3.2 Bildungsstand und Berufstätigkeit

Die Teilnehmerinnen der Bleistudie wiesen einen überdurchschnittlichen hohen Bildungsstand auf. Mit 80 % Abiturientinnen waren rund doppelt so viele vertreten wie im Hamburger Durchschnitt Die Quote der Probandinnen mit Hauptschulabschluss liegt bei 1/10 der in Hamburg üblichen Größenordnung. Diese Vergleiche sind mit einer gewissen Einschränkung zu betrachten, weil repräsentative Daten auf *Ortsteilebene* fehlen. Hamburg Eimsbüttel gilt als Studentenviertel.

Tab. 5: Schulabschlüsse der Teilnehmerinnen der Studie (n=248) und in Hamburg 1999

	Hauptschulabschluss	Realschulabschluss	Fachhochschulreife	Hochschulreife	kein Abschluss oder keine Angabe*
Studien-Teilnehmerinnen	1,6 %	11,3 %	7,3 %	79,4 %	0,4 %
Hamburg, 1999 Mikrozensus	16,4 %	28,9 %	7,7 %	40,0 %	7,0 %

Nach ihrer aktuellen Berufstätigkeit befragt, gaben 81% der Teilnehmerinnen an, berufstätig zu sein.

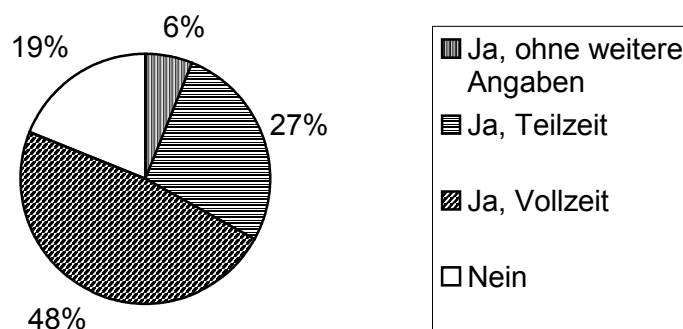


Abb. 5: Berufstätigkeit der Teilnehmerinnen

9.3.3 Angaben zum Alter des Wohnhauses und zur Wohndauer

An der Studie teilnehmen sollten Probandinnen, die mindestens ein Jahr in ihrer Wohnung wohnten. Die meisten Frauen wohnen seit 5 Jahren dort, der Median beträgt 2 Jahre. 3 Probandinnen gaben als Einzugsdatum 1999 an. Die Wohndauer verteilt sich folgendermaßen:

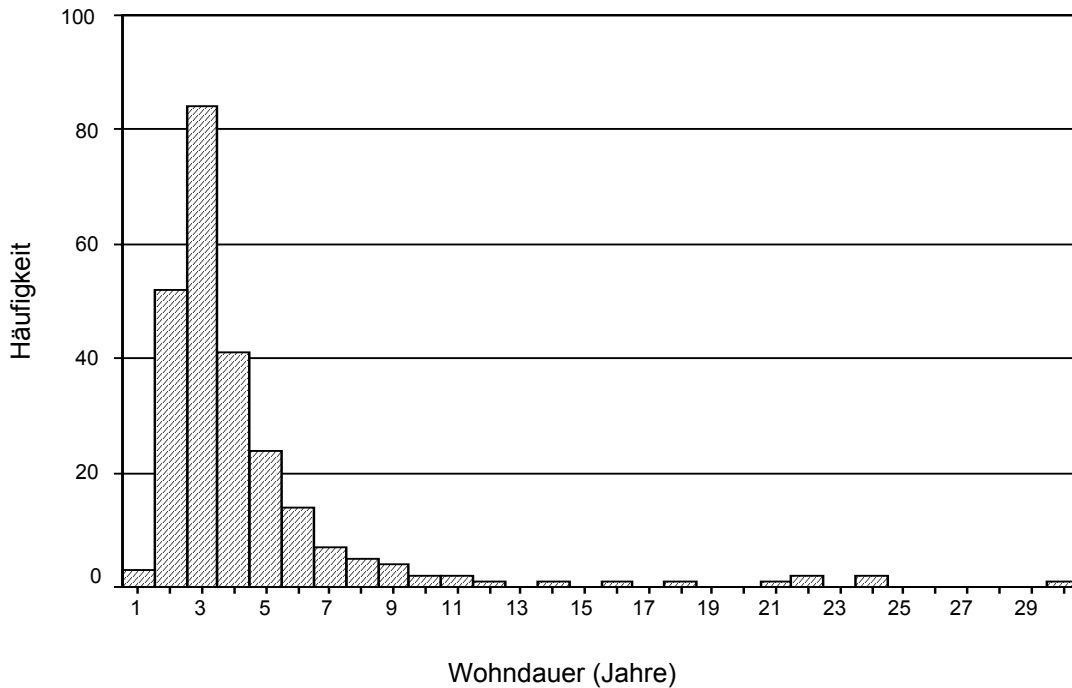


Abb. 6: Wohndauer der Teilnehmerinnen (n=248)

Das Baujahr des Hauses konnte von den meisten Probandinnen nur schätzungsweise angegeben werden. Sechs Teilnehmerinnen machten keine Angaben. Bei knapp $\frac{2}{3}$ der Häuser wurde der bauliche Ursprung auf vor 1945 und bei ca. $\frac{1}{3}$ auf zwischen 1945 und 1965 geschätzt. Nur 3% der Teilnehmerinnen nannten ein Baujahr nach 1965.

Tab. 6: Geschätztes Baujahr des Hauses und Bleinachweis im Trinkwasser ($\mu\text{g/l}$)

Baujahr	n		kein Blei im Trinkwasser nachgewiesen*	Blei im Trinkwasser nachgewiesen*
vor 1945	159	66%	55	104
1945 –1965	75	31%	44	31
nach 1965	8	3%	5	3
Gesamt	242	100%	104	138

* Nachweisgrenze 5 $\mu\text{g/l}$

Blei wird in Häusern, deren Baujahr vor 1945 lag, häufig nachgewiesen. Der überwiegende Teil der Wohnhäuser in der Studie stammt aus dieser Zeit.

9.3.4 Kenntnis der Installationsmaterialien und Informationsquellen

Voraussetzung für eine Prävention zur Verhinderung der Bleiaufnahme ist die Kenntnis der im Wohnhaus vorhandenen Installationsmaterialien der Trinkwasserversorgung. Es gibt dafür keine Informationspflicht durch den Hauseigentümer. Informationen erhalten die Betroffenen in der Regel zufällig oder durch eigene Beobachtungen. Deshalb wurde in der Studie nach dem Wissen über vorhandene Installationsmaterialien gefragt und danach, wer über diese informieren sollte.

178 Teilnehmerinnen - das entspricht einem Anteil von 72% - konnten keine Angaben über die Installationsmaterialien machen; darunter waren 16 Teilnehmerinnen, die trotzdem Materialien ankreuzten, zwei sogar mehrere.

Gefragt wurde nach Installationen aus Blei, Kupfer, Kunststoff und verzinkten Stahlleitungen. Mehrfachnennungen waren möglich, da verschiedene Materialien in einem Haus verbaut werden können.

Tab. 7: Kenntnisse über das Material der Trinkwasserleitungen (n=70)

Material	Anzahl der Nennungen	Ein Material
Blei	51	31
Kupfer	46	26
Verzinkter Stahl	7	3
Kunststoff	4	1
Keine Kenntnisse	178	13

Am häufigsten - nämlich 15 mal - wurde die Kombination von Kupfer und Blei genannt. Weitere 5 Probandinnen gaben andere Mischinstallationen an.

In der folgenden Tabelle wurde der Frage nachgegangen, inwieweit das Wissen um die Installationen mit den im Wasser nachgewiesenen Bleikonzentrationen übereinstimmte.

Tab. 8: Kreuztabelle zur Nennung von Leitungsmaterialien und Blei im Trinkwasser

Genanntes Material	N		kein Blei im Trinkwasser nachgewiesen*		Blei im Trinkwasser nachgewiesen*	
Leitungsmaterial Blei	51	100%	13	25%	38	75%
Leitungsmaterial Kupfer	46	100%	24	52%	22	48%
Leitungsmaterial unbekannt	178	100%	77	43%	101	57%

* Nachweisgrenze 5 µg/l

51 Frauen nahmen an, dass Bleiinstallationen im Haus vorhanden seien. Den Wasseruntersuchungen zufolge lagen 75% dieser Frauen mit ihrer Vermutung richtig. Bei mehr als der Hälfte von 178 Frauen, die keine Kenntnis über die Art der Installationsmaterialien hatten,

war Blei im Trinkwasser nachweisbar. Auch bei den Frauen, die nur Kupferrohre vermuteten, waren in einigen Proben erhöhte Bleikonzentrationen nachweisbar.

Nur 7% der Probandinnen fühlten sich über die Qualität ihres Trinkwassers ausreichend informiert. Die Übrigen wünschten sich mehr Information. Bei der Frage, wer ihrer Meinung nach über die Trinkwasserqualität informieren sollte, waren Mehrfachnennungen möglich.

Tab. 9: Angaben zur Frage, wer über die Trinkwasserqualität informieren soll (n=248)

Gewünschte Informationsquelle	n
Der Eigentümer (Vermieter) oder Verkäufer des Hauses	141
Die Hamburger Wasserwerke	164
Der öffentliche Gesundheitsdienst (Gesundheitsamt)	100
Jemand anders bzw. eine andere Institution (Hausarzt, Verbraucherzentrale)	6
Es ist unnötig, darüber informiert zu werden	1

Die Teilnehmerinnen wünschten sich insbesondere vom Eigentümer der Hausinstallation und vom Betreiber der Wasserversorgung Informationen zur Trinkwasserqualität, aber auch von dem öffentlichen Gesundheitsdienst.

9.3.5 Trinkwasserkonsum

Die Fragen zum Konsumverhalten wurden erhoben, da die individuelle Bleiexposition neben der Bleikonzentration im Trinkwasser auch durch Konsumgewohnheiten (z.B. Benutzung von Standwasser oder dem vorherigen Ablaufen lassen des Wassers, Einsatz eines Tischfilters etc.) und Trinkwassermenge bestimmt wird.

9.3.5.1 Konsumgewohnheiten

Angaben zum durchschnittlichen täglichen Konsum von Trinkwasser wurden mittels der Frage erhoben:

„Bitte geben Sie uns folgende Information zur alltäglichen Nutzung des Leitungswassers in Ihrem Haushalt (zum Trinken, Kochen, zur Tee/Kaffeezubereitung).“

Die Auszählung der Antworten ist in der folgenden Tabelle dargestellt.

Tab. 10: Nutzungsart- und häufigkeit von Trinkwasser

Nutzungsart	nie		selten		häufig		immer		Gesamt	
Kochen	0		16	7%	29	12%	203	82%	248	100%
Trinken von Standwasser	37	15%	67	27%	77	31%	60	24%	241	100%
Trinken von Frischwasser	78	32%	90	36%	50	20%	22	9%	240	100%
Nutzung mit Tischfilter	217	88%	5	2%	8	3%	8	3%	238	100%
Abgepacktes Wasser	50	20%	91	37%	70	28%	34	14%	245	100%

Der überwiegende Teil der Teilnehmerinnen (82 %) kochte mit Leitungswasser. Getrunken wurde von mehr als der Hälfte der Teilnehmerinnen „häufig“ oder „immer“ das Standwasser. Die Nutzung von Frischwasser, also nach ablaufen lassen, wird nur von einem Drittel der Teilnehmerinnen häufig oder immer praktiziert. Tischfiltergeräte wurden in nur in wenigen Fällen verwendet.

9.3.5.2 Trinkwassermenge

Bei der Frage, wie viel Trinkwasser die Teilnehmerinnen täglich in Form von Getränken und Suppen zu sich nehmen, wurde zwischen Wasser aus häuslichen oder aus anderen Leitungen unterschieden. Anhand der Anzahl Tassen (125 ml), Gläser (150 ml) und Suppenteller (250 ml) wurde der durchschnittliche Trinkwasserkonsum geschätzt und berechnet.

Tab. 11: Trinkwassermengen (Liter pro Tag), die zu Hause oder andernorts getrunken wurden

Entnahmeort	n	min.	max.	Mittelwert	Perzentile			
					25.	50.	75.	95.
zu Hause	248	0	5,2	1,1	0,6	1,0	1,4	2,3
andernorts	198	0	5,0	0,6	0,1	0,4	0,8	1,8
gesamt	248	0	6,0	1,5	1,0	1,4	2,0	3,1
Trinkwasserverbrauch nach Standards zur Expositionsabschätzung			> 2,0	0,7-1,4				

Der Vergleich mit den Daten zur Expositionsabschätzung (34) zeigt, dass die Teilnehmerinnen der Studie viel Trinkwasser zu sich nehmen. Die Angaben wurden während der eher kälteren Jahreszeit (Okt./Nov. 1999) gemacht, somit war nicht mit einem witterungsbedingten hohen Trinkwasserverbrauch zu rechnen.

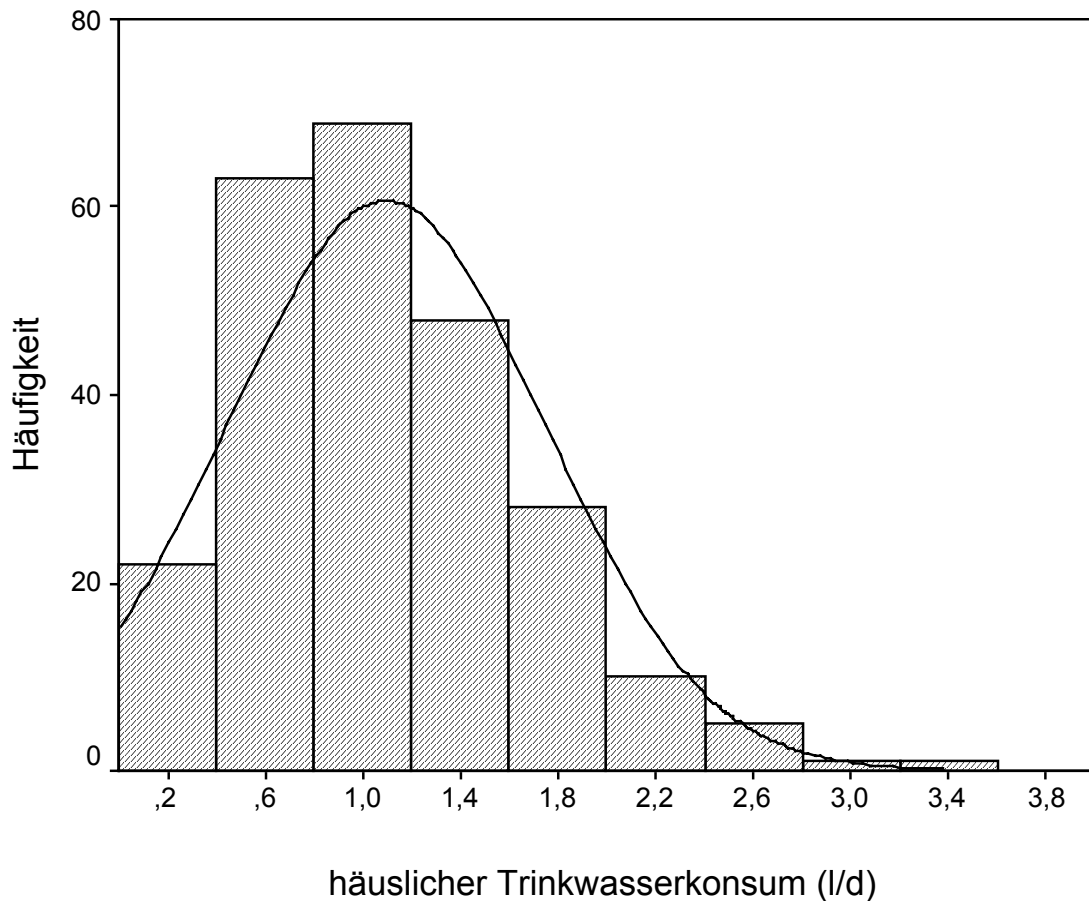


Abb. 7: Verteilung des zu Hause getrunkenen Wassers (Histogramm für den häuslichen Trinkwasserkonsum, Gesamtkollektiv, n=248)

Die Verteilung des zu Hause getrunkenen Wassers ist im Vergleich zur Normalverteilungskurve nach links verschoben. Der Maximalwert von 5,2 µg/l wird in der Abbildung nicht mehr dargestellt.

9.4 Ergebnisse der Analytik

9.4.1 Ergebnisse der Bleiuntersuchung in Trinkwasser

9.4.1.1 Häufigkeit von bleihaltigen Installationen und Grenzwertüberschreitungen

In 142 der 248 aus drei Einzelproben (Stand-, Koch-, und Frischwasser) bestehenden Untersuchungen wurde Blei in mindestens einer Probe nachgewiesen. Die Nachweisgrenze betrug 5 µg/l. Bei mehr als der Hälfte (57%) aller Haushalte besteht demnach zumindest ein Teil der Trinkwasserinstallationen aus Blei oder bleihaltigen Materialien.

Damit ist nicht zwingend eine Überschreitung des künftigen Grenzwertes für Blei im Trinkwasser von 10 µg/l verbunden. In 25 dieser Untersuchungen lag der Bleigehalt in allen drei

Proben unter 10 µg/l. Der künftige Grenzwert wurde jedoch in 43% aller Standwasser-, in 32% aller Kochwasser- und in 18% aller Frischwasserproben überschritten.

Überschreitungen des zurzeit noch gültigen Grenzwertes von 40 µg/l wurden meist in Stand- und Kochwasser festgestellt. Eine Überschreitung in allen drei Proben konnte lediglich in einem Fall nachgewiesen werden.

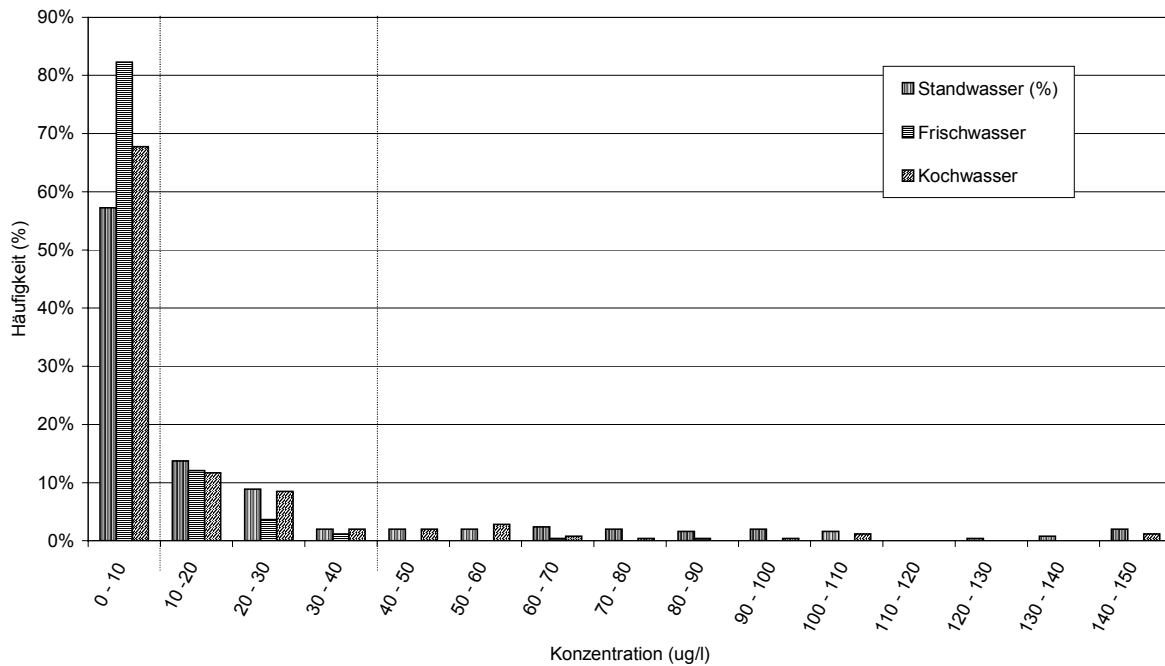


Abb. 8: Häufigkeiten der gemessenen Bleikonzentrationen im Trinkwasser (n=248)

Die Bleigehalte im Trinkwasser sind nicht normalverteilt, sondern die Verteilung ist stark linksschief. Von einer Logarithmierung der Bleikonzentrationen zur statistischen Auswertung wurde abgesehen, da diese nicht zu einer Normalverteilung führte.

Bei der Berechnung der deskriptiven statistischen Parameter wurden Werte unterhalb der Nachweisgrenze (5 µg/l) gleich 1 µg/l gesetzt. Es wurde nicht die halbe Nachweisgrenze angesetzt, weil davon ausgegangen wurde, dass in diesen Fällen die Trinkwasserinstallation kein Blei ins Trinkwasser abgibt. Statistische Kenngrößen der Untersuchung auf Blei im Trinkwasser sind in Tabelle 12 aufgelistet.

Tab. 12: Untersuchungen auf Blei im Trinkwasser ($\mu\text{g/l}$) der Hamburger Studie (n=248, jeweils 3 Proben)

Probe	min.*	max.	Mittelwert	Perzentile			
				25.	50.	75.	95.
Standwasser	1	200	24	1	7	25	110
Frischwasser	1	90	6	1	1	8	21
Kochwasser	1	330	16	1	1	16	59
mittlere Bleikonzentration	1	160	15	1	5	19	65

*Werte unterhalb der Nachweisgrenze von $5 \mu\text{g/l}$ gleich $1 \mu\text{g/l}$

9.4.1.2 Vergleich mit den Daten der Hamburger Trinkwasser-Datenbank

Um eine Einordnung über die im Rahmen der Studie festgestellten Bleikonzentrationen im Trinkwasser vornehmen zu können, sollen diese mit den Ergebnissen der Trinkwasserdatenbank (siehe Kap. 3.4) verglichen werden.

Die Hamburger Trinkwasserdatenbank enthält Ergebnisse von ca. 6.250 Untersuchungen auf Blei im Trinkwasser aus den Jahren 1990 bis 1999 aus ganz Hamburg. Für den Vergleich der Ergebnisse aus der Studie und der Datenbank werden die Daten aus der Untersuchungsregion herangezogen. Der räumliche Bezug der Daten aus der Hamburger Trinkwasserdatenbank wurde über die Postleitzahlen hergestellt. 87 % der 278 Teilnehmerinnen wurden über die Postleitzahlen 20255, 20257 und 20259 erreicht. Die Überschneidung der Untersuchungsregion der Studie mit dem über die Postleitzahlen ausgesuchten Gebiet zur Auswertung der Trinkwasserdatenbank betrug nicht exakt 100 %, da die Grenzen der für das Untersuchungsgebiet gewählten Ortsteile nicht deckungsgleich mit den Postleitzahlen sind. Im folgenden wurden somit nur die Datensätze berücksichtigt, die dem Kriterium der drei genannten Postleitzahlen entsprachen.

Tab. 13: Untersuchungen aus der Untersuchungsregion auf Blei im Trinkwasser ($\mu\text{g/l}$) der Hamburger Trinkwasserdatenbank (1990 – 1999)

Probe	min.	max.	Mittelwert	Perzentile			
				25.	50.	75.	95.
Standwasser (n=323)	n.n.*	370	37	3	14	38	180
Frischwasser (n=323)	n.n.*	88	9	1	5	12	27
Kochwasser (n=323)	n.n.*	389	28	2	10	28	118
mittlere Bleikonzentration (n=323)	n.n.*	262	24	3	12	31	100

* n.n. = nicht nachweisbar, Nachweisgrenze $1 \mu\text{g/l}$

Eine grafische Gegenüberstellung der Mittelwerte der Hamburger Studie und den ausgesuchten Ergebnissen der Hamburger Trinkwasserdatenbank aus der Untersuchungsregion verdeutlicht, dass in dieser Studie geringere Konzentrationen gemessen wurden. Diese Gegenüberstellung kann nur eine Orientierung geben, denn die Studie ist für den ausgewählten Hamburger Ortsteil repräsentativ, der Datenbestand der Hamburger Trinkwasserdatenbank dagegen nicht, da diese anlassbezogen entnommen und untersucht wurden. Ein Mittelwertvergleich mittels T-Test zeigte, dass die Datensätze verschieden sind. Unter diesem Vorbehalt ist festzustellen, dass sich die Verteilungen der mittleren Bleikonzentration signifikant unterscheiden.

Die Ergebnisse der Teilmenge, die über die Postleitzahlen hergestellt wurde, unterscheiden sich nicht wesentlich von den Ergebnissen der gesamten Trinkwasserdatenbank.

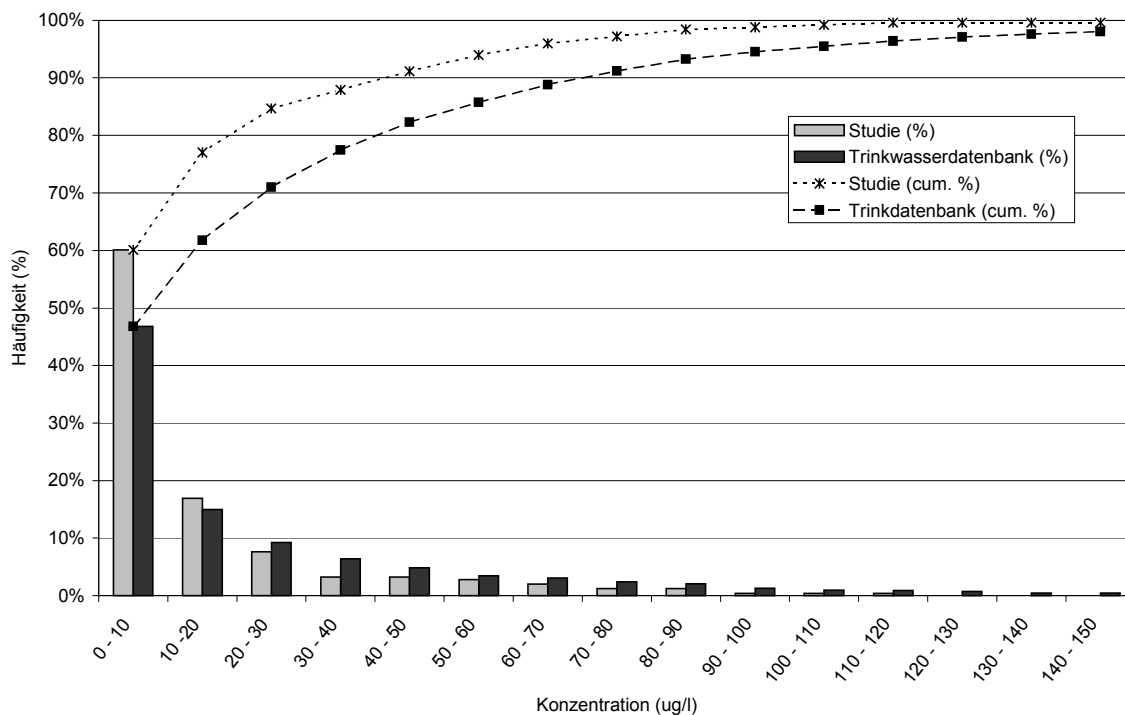


Abb. 9: Gegenüberstellung der Mittelwerte der Studie und der Teilmenge der Hamburger Trinkwasserdatenbank aus der Untersuchungsregion

9.4.1.3 Untersuchungen der Teilgruppe mit dem Nachweis von Blei im Trinkwasser

Im folgenden wird eine Teilgruppe für den Fall gebildet, dass Blei bei der Trinkwasseruntersuchung nachgewiesen wurde. In 142 der 248 Untersuchungen wurde in mindestens einer Probe (Stand-, Frisch- oder Standwasser) Blei nachgewiesen. Demzufolge wurde bei 106 Untersuchungen kein Blei im Trinkwasser nachgewiesen.

Die Lagemaße und Perzentile der Untersuchungsergebnisse für den Fall des Nachweises von Blei im Trinkwasser sind in der folgenden Tabelle aufgeführt.

Tab. 14: Blei im Trinkwasser, wenn Blei in mindestens einer von drei Proben (Stand-, Koch- und Frischwasser) nachweisbar war (n=142, jeweils 3 Proben)

Probe	min.	max.	Mittelwert	Perzentile			
				25.	50.	75.	95.
Standwasser	n.n.*	200	40	10	22	61	150
Frischwasser	n.n.*	90	10	n.n.*	7	12	29
Kochwasser	n.n.*	330	27	6	14	28	110
Mittelwerte aus drei Proben jeweils einer Teilnehmerin	n.n.*	160	26	9	16	33	82

n.n. = nicht nachweisbar, Nachweisgrenze 5 µg/l

In der Teilgruppe mit nachweisbaren Bleikonzentrationen in einer Probe überschreiten 50% der Stand- sowie der Kochwasserproben den künftigen Trinkwassergrenzwert von 10 µg/l deutlich. Lediglich im Frischwasser liegt der Median mit 7 µg/l darunter.

9.4.2 Ergebnisse der Bleiuntersuchungen im Blut

Die Kommission „Human-Biomonitoring“ des Umweltbundesamtes hat für „Mädchen/Frauen von 13 bis unter 45 Jahren im gebärfähigen Alter (wegen der Gefährdung der nachfolgenden Generationen)“ einen Human-Biomonitoring-Wert (HBM I) von 100 µg/l Vollblut festgelegt. Konzentrationen unterhalb dieses Wertes sind „nach derzeitiger Bewertung unbedenklich“; weil eine exakte Wirkschwelle für das Schwermetall jedoch nicht bekannt ist, können entsprechend kleinere Wirkungen unter 100 µg/l nicht prinzipiell ausgeschlossen werden (5).

9.4.2.1 Bleikonzentrationen im Blut aller Teilnehmerinnen

Alle im Blut der Probandinnen gemessenen Bleikonzentrationen lagen unter dem Wert von 100 µg/l.

Die Verteilung der Blutbleikonzentrationen wird in dem nachfolgenden Histogramm dargestellt.

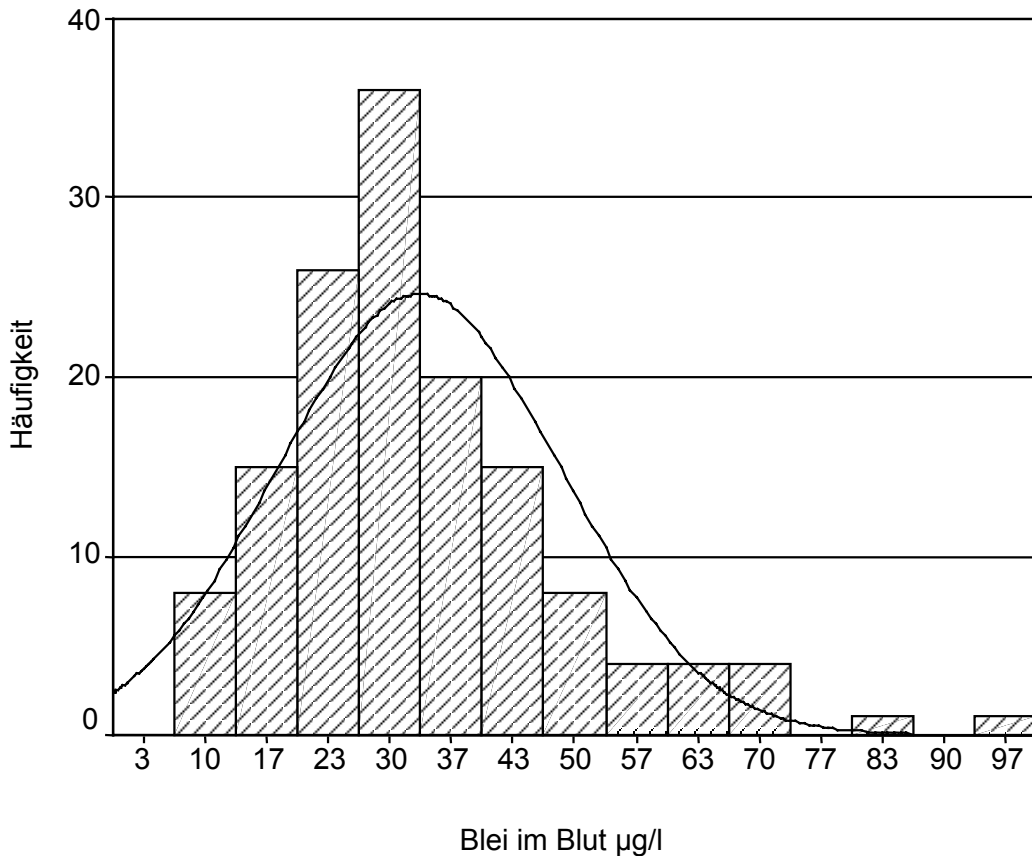


Abb. 10: Verteilung der Bleikonzentrationen im Blut ($\mu\text{g/l}$) ($n=248$)

Die linksschiefe Verteilung der Blutbleikonzentrationen ist nach logarithmischer Transformation normal. Die Berechnung der Korrelationen erfolgt mit dem natürlichen Logarithmus der Blutbleikonzentration.

9.4.2.2 Gruppe mit Blei im Trinkwasser und Vergleich mit Daten des Umweltsurveys

Die statistischen Kenngrößen der Blutbleikonzentration werden in Tabelle 15 für alle Studienteilnehmerinnen und für die Teilnehmerinnen, bei denen Blei im Trinkwasser nachweisbar bzw. nicht nachweisbar war, dargestellt.

Tab. 15: Bleikonzentration ($\mu\text{g/l}$) im Blut: Gesamt- und Teilgruppen mit und ohne Blei im Trinkwasser

Gruppe	n	min.	max.	Mittelwert	Perzentile			
					25.	50.	75.	95.
kein Blei im Trinkwasser	106	10	55	27	20	24	33	50
Blei im Trinkwasser*	142	10	95	33	22	31	40	66
gesamt	248	10	95	30	20	28	37	57
Umweltsurvey 1998, kein Blei im Trinkwasser (20)	44	5	110	23		19		71

* Nachweisgrenze 5 $\mu\text{g/l}$

Zum Vergleich der Studiendaten wurden Ergebnisse des Umweltsurveys 1998 herangezogen, einer repräsentativen Studie des Umweltbundesamtes, bei der die Bleikonzentration im Blut von zufällig ausgewählten Personen ermittelt wurde. Die in Tabelle 15 betrachteten Frauen waren zwischen 20 und 29 Jahre alt, Nichtraucherinnen beziehungsweise ehemalige Raucherinnen und lebten in Städten mit 500.000 und mehr Einwohnern (20). Nur in der Standwasserprobe aus einer Wohnung dieser Frauen war Blei nachweisbar. Die Konzentration in dieser Probe lag unterhalb 10 µg/l.

Die Blutbleikonzentrationen, die im Rahmen des Umweltsurveys 1998 bei Frauen mit unbelastetem Trinkwasser gemessen wurden, liegen im Mittel etwa 5 µg/l unter den Werten für die Personengruppe mit unbelastetem Trinkwasser der Hamburger Studie. Das 95. Perzentil sowie die Maximalkonzentration des Umweltsurveys liegen höher als in der Hamburger Studie.

Frauen der Hamburger Studie mit bleifreiem Trinkwasser haben im Mittel niedrigere Blutbleikonzentrationen (27 µg/l) als Frauen, deren Trinkwasser Blei enthält (33 µg/l). Zur Korrelation zwischen Bleikonzentration im Blut und im Trinkwasser sei auf das folgende Kapitel verwiesen.

9.5 Einflussfaktoren auf den Blutbleigehalt

9.5.1 Bleikonzentration im Trinkwasser

Die Hypothese der Studie, dass Frauen, die bleihaltiges Trinkwasser konsumieren, einen erhöhten Blutbleigehalt haben, wird geprüft. Dazu wurde die Bleikonzentration in Blut und Trinkwasser (als Mittelwert der drei Proben) grafisch als Streudiagramm dargestellt, und es wurden die Korrelation und Signifikanz ihres Zusammenhanges berechnet. Weitere individuelle Verbrauchsgewohnheiten blieben zunächst unberücksichtigt.

Tab. 16: Korrelation und Signifikanz zwischen der Bleikonzentration in Blut und in Trinkwasser (Mittelwert aus Stand-, Koch- und Frischwasser)

Gruppe	n	Spearman-Rho	
		Korrelationskoeffizient	Signifikanz
Gesamtgruppe	248	0,34	0,000
Teilnehmerinnen mit Blei im Trinkwasser	142	0,43	0,000

Die Korrelation zwischen Bleikonzentration in Blut und Trinkwasser ist positiv und signifikant. Sie ist deutlich stärker bei den Frauen, deren Trinkwasser Blei enthielt, als in der Gesamtgruppe.

Graphisch stellt sich der Zusammenhang wie folgt dar (Abb.11).

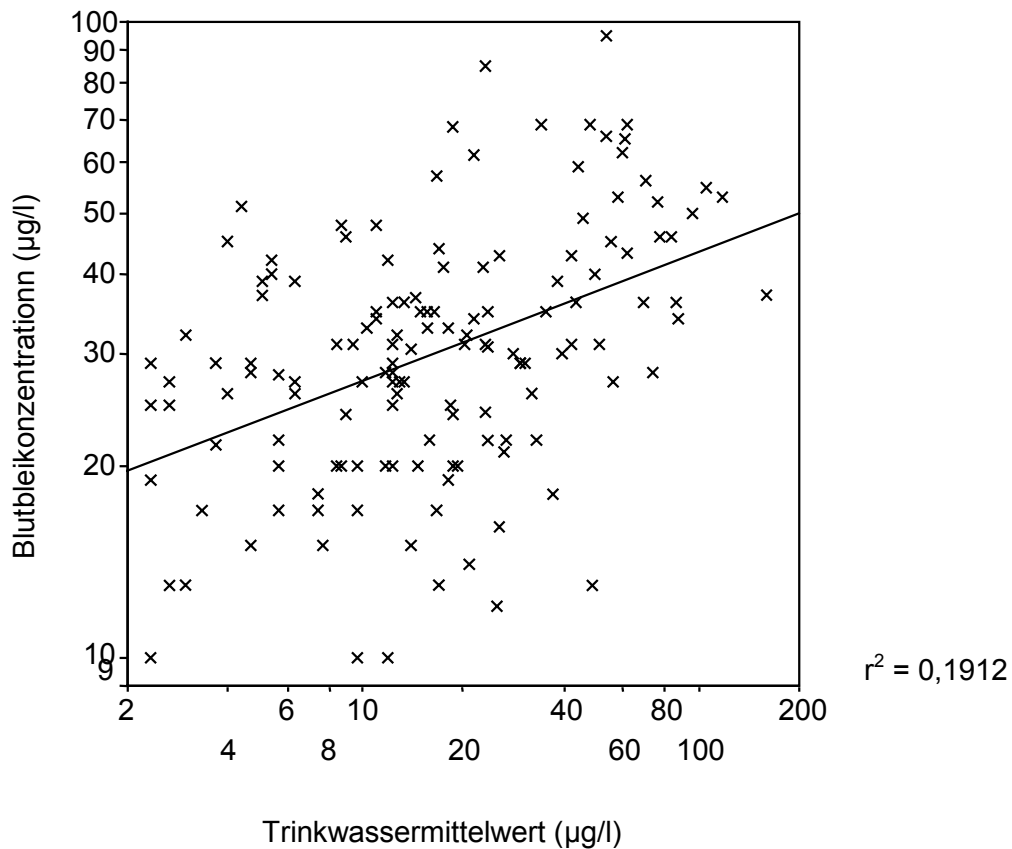


Abb. 11: Zusammenhang zwischen Blei im Blut und im Trinkwasser bei Frauen, deren Trinkwasser in mindestens einer Probe (Stand-, Koch- oder Frischwasser) Blei enthält (n=142)

Es besteht ein Zusammenhang zwischen den untersuchten Parametern, etwa 19% der Varianz kann durch die mittlere Bleikonzentration im Trinkwasser erklärt werden.

9.5.2 Trinkwassermenge

Hier wurde der Zusammenhang zwischen der Menge des konsumierten Trinkwassers und dem Blutbleispiegel (logarithmiert) für die Frauen berechnet, deren Trinkwasser Blei enthielt. Die Korrelation ist signifikant auf dem Niveau vom 0,01 (2-seitig).

Tab. 17: Zusammenhangsmaße zwischen häuslichem Trinkwasserkonsum und Bleispiegel im Blut in der Teilgruppe mit Blei im Trinkwasser

		Spearman-Rho	
	n	Korrelationskoeffizient	Signifikanz
Wasserkonsum (l/d)	142	0,32	0,000

9.5.3 Bleiexposition über das Trinkwasser

Die quantitative Bleiaufnahme über Trinkwasser wird durch Berechnung eines Expositionsindikators geschätzt. Dabei wird die individuelle, zu Hause konsumierte Trinkwassermenge mit der mittleren Bleikonzentration im Trinkwasser ($[\text{Standwasser} + \text{Frischwasser} + \text{Kochwasser}]/3$) multipliziert (Tabelle). Dieses Vorgehen ist gerechtfertigt unter der Annahme, dass die Teilnehmerinnen eine Mischung aus Stand-, Frisch- und Kochwasser verwenden.

Tab. 18: Expositionsindikator: geschätzte Bleiaufnahme über Trinkwasser ($\mu\text{g}/\text{d}$) für die Gesamtgruppe (häuslicher Trinkwasserkonsum (l/d) x mittlerer Bleigehalt im Trinkwasser ($\mu\text{g}/\text{l}$))

	n	min.	max.	Mittelwert	Perzentile			
					25.	50.	75.	95.
geschätzte Bleiaufnahme	248	0	227	17	1	4	16	92

Die WHO toleriert eine maximale Aufnahme von Blei von $0,025 \text{ mg}/\text{Woche}/\text{kg}$ Körpergewicht (PTWI-Wert). Dies entspricht umgerechnet $214 \mu\text{g}$ Blei/Tag bei einem Körpergewicht von 60 kg. Diese mittels des Expositionsindikators geschätzte Bleiaufnahme über Trinkwasser wird rechnerisch bei nur einer Teilnehmerin erreicht.

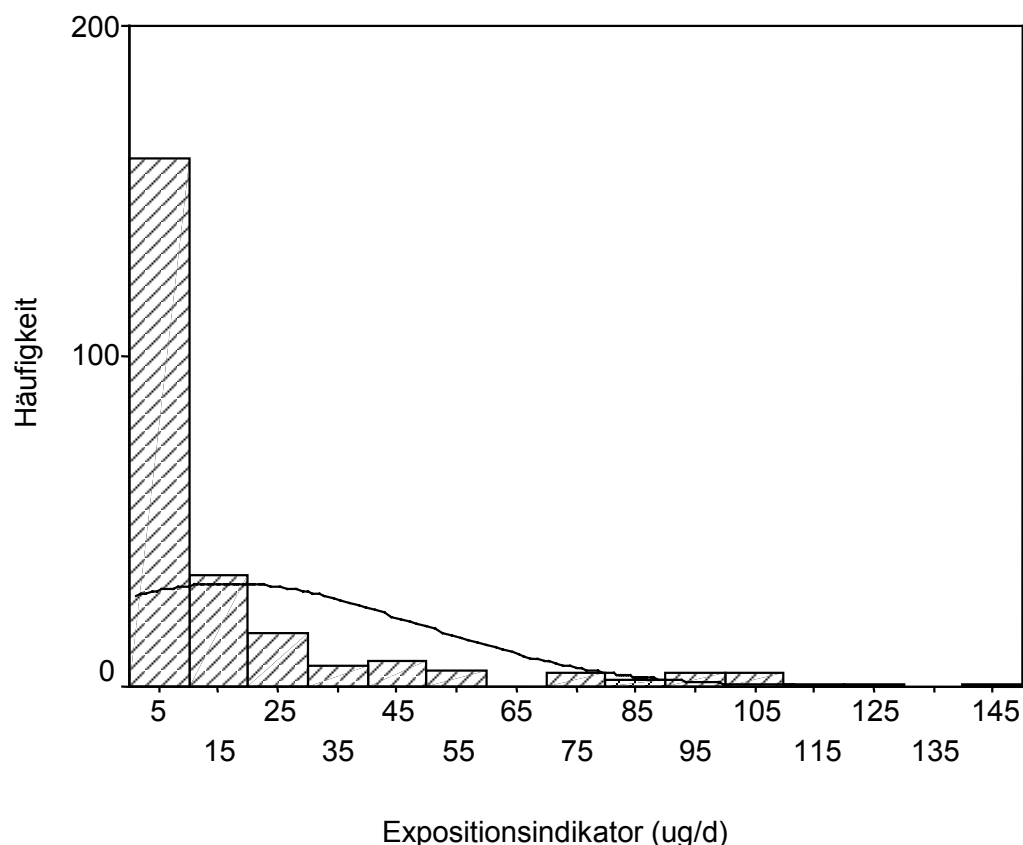


Abb. 12: Verteilung des Expositionsindikators: geschätzte Bleiaufnahme über Trinkwasser ($\mu\text{g}/\text{d}$) (häuslicher Trinkwasserkonsum (l/d) x mittlerer Bleigehalt im Trinkwasser ($\mu\text{g}/\text{l}$))

Die Verteilung des Expositionsindikators ist nicht normal, sondern sehr linksschief; sie ist auch nach logarithmischer Transformation nicht normalverteilt.

Um die positive Korrelation zwischen steigender Bleikonzentration im Trinkwasser und im Blut genauer zu beschreiben, wird im folgenden die Regression des Blutbleiwertes zur quantitativen Bleiexposition über Trinkwasser (Expositionsindikator) ermittelt.

Tab. 19: Zusammenhangsmaße zwischen Bleikonzentration im Blut ($\mu\text{g/l}$) und Bleiexposition ($\mu\text{g/d}$) in der Gesamtgruppe

	Spearman-Rho	
	Korrelationskoeffizient	Signifikanz
Expositionsindikator	0,37	0,000

Auch der Zusammenhang zwischen Expositionsindikator und Blutbleikonzentration ist hochsignifikant.

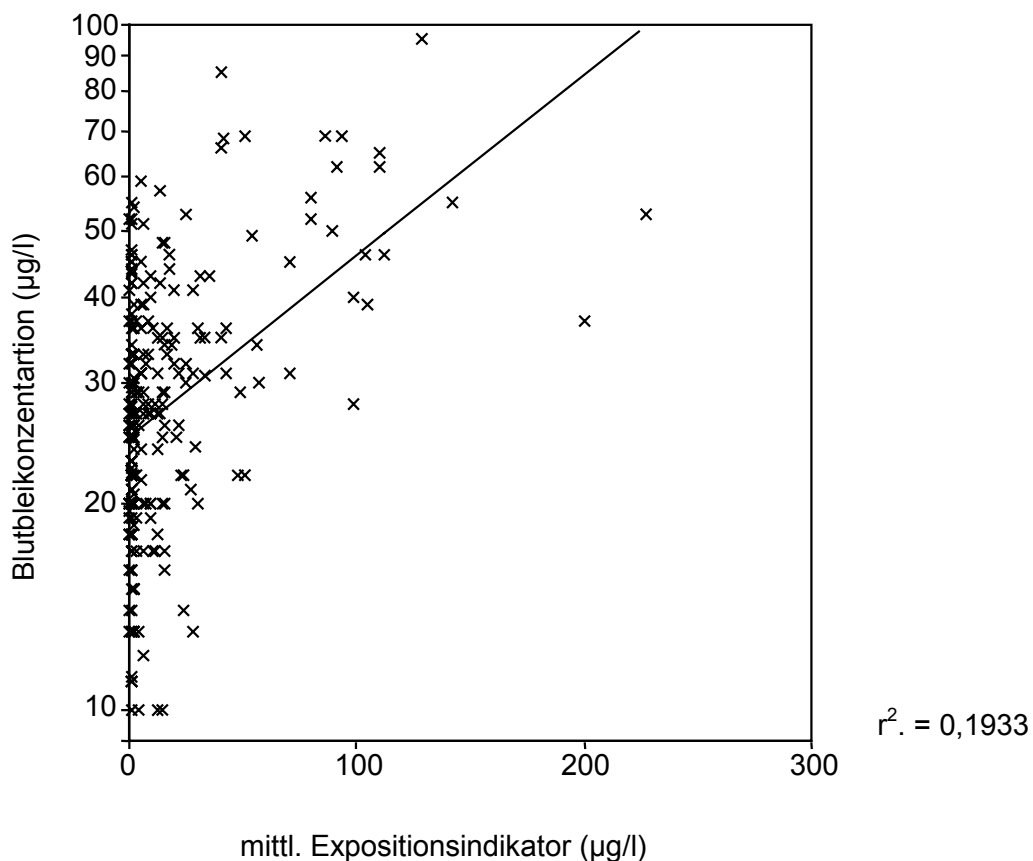


Abb. 13: Streudiagramm des Logarithmus der Bleikonzentration im Blut und der Bleiexposition ($\mu\text{g/d}$) (n=248)

Im Vergleich zur Abbildung 11 ist das r^2 zumal unwesentlich höher.

9.5.4 Einfluss von Ernährung und Medikamenteneinnahme

Die Calciumzufuhr sowie der Alkoholkonsum wurden mittels Fragen nach der Häufigkeit der Aufnahme calciumreicher Nahrungsmittel und Getränke geschätzt. Es ist aus der Literatur bekannt, dass calciumreiche Ernährung mit einem niedrigeren Blutbleispiegel einhergeht (29), Weintrinken dagegen eher zu einem höheren Blutbleispiegel führt.

Zur Prüfung dieser Thesen wurden drei Zusammenhangsmaße zwischen den abgefragten Nahrungsmitteln beziehungsweise Getränken und den gemessenen Blutbleispiegeln betrachtet. Dabei zeigte sich beim Milchkonsum (Häufigkeit: täglich, mehrmals pro Woche, circa einmal pro Woche, selten oder nie) ein grenzwertig statistisch signifikanter Zusammenhang mit Assoziationsmaßen um 0,10 (Somers-d = -0,11; Kendall-Tau-b = -0,09) im Sinne eines niedrigen Blutbleispiegels bei ausgeprägtem Konsum von calciumreichen Lebensmitteln. Die Häufigkeit des Weinkonsums zeigte einen deutlicheren Zusammenhang, im Sinne einer Erhöhung des Bleispiegels im Blut, mit einem Korrelationskoeffizienten von etwa $r=0,2$, der sich statistisch sichern ließ. Je höher der Weinkonsum, desto höher war der Blutbleispiegel. Für weitere abgefragte Nahrungsmittel zeigte sich kein entsprechender Zusammenhang zum Blutbleigehalt.

Tab. 20: Zusammenhangsmaße zwischen Ernährungsgewohnheiten und Blutbleispiegel

	Spearman-Rho	
	Korrelationskoeffizient	Signifikanz
Milchkonsum	-0,11	0,05
Weinkonsum	0,23	0,00

Die Beantwortung der Frage nach einer aktuellen Medikamenteneinnahme ergab, dass 132 von 248 Probandinnen Sexualhormone oder ihre Hemmstoffe als Einzel- oder Kombinationspräparat einnahmen. Teilweise war die Frage von diesen Frauen nur mit dem Stichwort „Pille“ beantwortet worden. Die Gruppe dieser 132 Frauen unterschied sich statistisch in der Höhe ihrer Blutbleiwerte nicht von der Gruppe, die keine oder andere Medikamente angegeben hatten. Eine Auswertung der Vielzahl der anderen als Bedarfs- oder Dauermedikation erwähnten Medikamente war statistisch nicht sinnvoll.

9.5.5 Einfluss des Alters der Teilnehmerinnen

Der in der Literatur beschriebene Zusammenhang zwischen der Blutbleikonzentration mit dem Alter wurde überprüft. Es wurde außerdem getestet, ob ein Zusammenhang zwischen dem Alter und dem Weinkonsum besteht.

Tab. 21: Zusammenhangsmaße zwischen Logarithmus der Bleikonzentration im Blut, des Weinkonsums und dem Alter der Teilnehmerinnen

	Spearman-Rho	
	Korrelationskoeffizient	Signifikanz
Blutbleikonzentration (ln µg/l)	0,13	0,05
Weinkonsum	0,08	0,23

In der Gesamtgruppe deutete sich ein sehr schwacher positiver Zusammenhang (Signifikanz nach Spearman 0,048) zwischen der Blutbleikonzentration und dem Alter der Teilnehmerinnen an. Ein signifikanter Zusammenhang zwischen Alter und Weinkonsum ließ sich nicht nachweisen, wobei die Stichprobenziehung nur eine geringe Altersvarianz zuließ.

9.5.6 Ergebnisse der multiplen Regression

Die bisherige Auswertung konnte statistische Zusammenhänge zwischen der Blutbleikonzentration und verschiedenen Einflussvariablen aufzeigen. Die beschriebenen bivariaten Korrelationen zeigten, dass eine Nutzung von bleihaltigem Trinkwasser mit höheren Blutbleispiegeln korrespondiert. Dies traf sowohl für den mittleren Bleigehalt im Trinkwasser zu, als auch für die konsumierte Trinkwassermenge, als auch für die geschätzte Bleiaufnahme über Trinkwasser. Darüber hinaus bestand ein positiver Zusammenhang zwischen Blutbleigehalt und dem Alter sowie zwischen Blutbleigehalt und dem Weinkonsum. Ein höherer Milchkonsum erniedrigte demgegenüber den Blutbleispiegel.

Um festzustellen, in welchem Maß die Blutbleikonzentration durch diese verschiedenen Einflussvariablen erklärt werden kann und in welchem relativen Verhältnis sie Einfluss nehmen, werden die Variablen, die im bivariaten Zusammenhang mit der Bleikonzentration im Blut stehen, in einem gemeinsamen statistischen Modell (multipler Regression) ausgewertet.

Der multiplen Regressionsanalyse vorausgehend wurden alle Variablen in Hinblick auf ihre Verteilungen mit Kolmogorov-Smirnov-Test überprüft. Nur der mit dem natürlichen Logarithmus transformierte Blutbleispiegel (ln) weicht nicht signifikant von einer Normalverteilung ab ($p=0.8$). Ebenso wurden in der Gesamtgruppe die unabhängigen Variablen auf Interkorrelationen überprüft, um Kolinearitätsprobleme auszuschließen. Es besteht eine nicht signifikante Tendenz, dass mit zunehmendem Alter mehr Wein konsumiert wird ($r=0.23$, $p<=0.08$). Darüber hinaus gibt es keine Hinweise auf statistisch bedeutsame Zusammenhänge zwischen den unabhängigen Variablen.

Um die Robustheit des multiplen Modells zu prüfen, wurden vier verschiedene Varianten im Regressionsmodell überprüft, indem der Expositionsindikator, die Blutbleikonzentration (in der logarithmierten Form), sowie Alter, Milch und Weinkonsum einbezogen wurde. Alle Mo-

delle zeigen einen signifikanten Einfluss der gleichen Variablen und die gleiche Reihenfolge bezüglich des relativen Einflusses der Variablen.

Tab. 22: Variablen der multiplen Regressionsmodelle

Variable	Beschreibung	Einbeziehung in die Regressionsmodelle
Blutbleikonzentration	metrisch, nicht normalverteilt	als ln-transformierte Variable
Expositionsindikator: Mittelwert der Bleikonzentration im Trinkwasser und des häuslichen Trinkwasserkonsums	metrisch, nicht normalverteilt	in Originalform
Alter in Jahren	metrisch, nicht normalverteilt	in Originalform
Milchkonsum (Häufigkeit / Woche)	Ordinalniveau	"als ob" metrisch und als Dummy
Weinkonsum (Häufigkeit / Woche)	Ordinalniveau	"als ob" metrisch und als Dummy

Die beiden im folgenden dokumentierten multiplen Modelle (Tab.23 und Tab. 24) unterscheiden sich lediglich durch die Anzahl der einbezogenen Teilnehmerinnen. Zum einen wurde der multiple Zusammenhang in der Gesamtgruppe beschrieben. Zum anderen wurde der multiple Zusammenhang in jener Gruppe beschrieben, bei der eine Bleiexposition durch häusliches Trinkwasser überhaupt möglich war, das heißt, bei der in mindestens einer Trinkwasserprobe Blei nachweisbar war.

Tab. 23: Multiple Regression für den gemessenen Bleigehalt im Blut (ln) in der Gesamtgruppe (n=248), gruppiert nach den Einflussgrößen Alter, Bleiexposition über Trinkwasser, Wein sowie Milchkonsum

	Nicht standardisierte Koeffizienten B	Standardfehler	Standardisierte Koeffizienten Beta	T	Signifikanz
Konstante	2,58	,27		9,40	,000
Alter	0,02	,01	,12	2,18	,030
Bleiexposition	0,10	,01	,39	6,81	,000
Milchkonsum	-0,02	,01	-,10	-1,82	,070
Weinkonsum	0,07	,02	,19	3,33	,001

In der Gesamtgruppe der untersuchten Frauen ist der relative Einfluss der Trinkwasserexposition dominant. Das Ergebnis ist mit 22 % aufgeklärter Varianz durch das Gesamtmodell, (Beta 0,39) zufriedenstellend. Der Einfluss von Wein und Alter ist deutlich geringer, und der Einfluss des Milchkonsum ist mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 7% formal nicht signifikant. Die Residuen - also die nicht aufgeklärte Varianz der Blutbleikonzentrationen - sind normalverteilt.

Dieselben Variablen wurden innerhalb der Teilgruppe der Personen geprüft, bei denen Blei im Trinkwasser nachgewiesen werden konnte (Mittelwert der Trinkwasser-Bleikonzentration größer als 1µ/l, n=142). Hierbei ergeben sich folgende Koeffizienten.

Tab. 24: Multiple Regression für die gemessenen Bleigehalte im Blut (ln) in der Gruppe mit Blei im Trinkwasser (n=142), gruppiert nach den Einflussgrößen Alter, Bleiexposition über Trinkwasser, Wein- sowie Milchkonsum

	Nicht standardisierte Koeffizienten B	Standardfehler	Standardisierte Koeffizienten Beta	T	Signifikanz
Konstante	2,66	0,26		10,10	0,000
Alter	0,02	0,01	0,12	2,12	0,035
Bleiexposition	0,01	0,00	0,44	8,05	0,000
Weinkonsum	0,08	0,02	0,23	4,11	0,000
Milchkonsum	-0,02	0,01	-0,11	-1,94	0,054

Im Ergebnis können 26% der Varianz der Blutbleikonzentration bei Frauen mit einer Bleiexposition durch häusliches Trinkwasser durch die Variablen Expositionsindikator (beta=0,44), Weinkonsum (beta=0,23), Milchkonsum (beta=-0,11) und Alter (beta=0,12) erklärt werden.

10 Ergebnisse der Verlaufsbeobachtung bei Intervention

10.1 Zusammenfassung

52 Frauen, die bleihaltiges Trinkwasser hatten und nach dem Zufallsprinzip auf die zwei Interventionsgruppen verteilt worden waren, nahmen an der Intervention teil. Eine Gruppe sollte Leitungswasser immer erst nach dem Ablaufen lassen verwenden ("Mindern"). Die zweite Gruppe sollte das zur Verfügung gestellte stille Wasser verwenden, wodurch bleifreie Trinkwasserleitungen simuliert werden sollte ("Meiden").

Die Interventionsgruppen unterschieden sich weder signifikant im Alter noch in den vor der Intervention bestimmten mittleren Bleigehalten in Trinkwasser und Blut.

Die Anweisungen der Intervention für kurze Zeit zu befolgen, wurde überwiegend positiv eingeschätzt. Insgesamt 82% der Frauen fanden die Nutzung von stillem Wasser oder das Ablaufen lassen für die Dauer der Studie gut bis sehr gut praktikabel. Die dauerhafte Praxis-tauglichkeit dagegen wurde in beiden Gruppen schlechter beurteilt. 28 % der Frauen halten die Möglichkeit, die Bleizufuhr durch die vorgeschlagenen Verhaltensstrategien zu verringern, auf Dauer für schlecht durchführbar.

Beide Interventionsgruppen realisierten überwiegend die Interventionsanweisungen. Während die „Meiden“-Gruppe zu über 90 % immer oder häufig dem gewünschten Verhalten folgte, gelang dies in der „Mindern“-Gruppe nur zu 76%.

Der mittlere Blutbleigehalt lag nach der Intervention in beiden Gruppen signifikant niedriger als zu Beginn, er sank von 31 µg/l auf 22 µg/l. In der „Meiden“-Gruppe verringerte sich der Median des Blutbleiwertes um 41%, in der „Mindern“-Gruppe um 24%.

88% der Teilnehmerinnen wiesen am Ende geringere Blutbleigehalte auf als vorher. Bei sechs Frauen war keine Abnahme, sondern eine Zunahme zu verzeichnen. Die individuellen Blutbleigehalte (vorher- nachher) sanken durch die Interventionsmaßnahmen im Median um 11µg/l. Die Abnahme ist hochsignifikant.

Die Nutzung von stillem Wasser erwies sich für die Senkung des Blutbleigehaltes als effektiver als das Ablaufen lassen von Leitungswasser. Dies ließ sich sowohl gruppenbezogen als auch individuell zeigen. Die Blutbleigehalte zwischen den Gruppen „Meiden“ und „Mindern“ sind dabei nicht signifikant voneinander verschieden, was aufgrund des geringen Stichprobenumfangs auch nicht erwartet werden konnte.

Im zweiten Studienteil - der Interventionsuntersuchung - sollten zwei gebräuchliche Empfehlungen zur Reduzierung der Bleiaufnahme über Trinkwasser auf ihren Erfolg hin geprüft werden:

- „Mindern“: Trinkwasser soll erst nach dem Ablaufen lassen verwendet werden.

Um die Intervention realitätsnah zu gestalten, wurde die Empfehlung "Mindern" nur einmal mündlich während der Informationsabende bzw. der Telefonate erläutert. Diese Gruppe erhielt zusätzlich ein Informationsfaltblatt der BAGS „Blei im Trinkwasser“, in dem die Strategie das Wasser vor dem Gebrauch zum Verzehr ablaufen zu lassen, geschildert wird.

- „Meiden“: Um den vollständigen Austausch von Bleirohren zu simulieren, soll anstatt des Leitungswassers in Flaschen abgepacktes, stilles Wasser verwendet werden.

Um sicherzustellen, dass einer Simulation eines dauerhaften Leitungsaustausches nichts im Wege stand, wurde hier überwacht, ob Kisten mit stillem Wasser geliefert worden waren. Das Wasser wurde je nach Bedarf von den Teilnehmerinnen für sich und für Familienmitglieder oder Mitbewohner geordert. Diese zweite Interventionsgruppe erhielt außerdem ein Merkblatt mit Anweisungen, für welche Zwecke sie stilles Wasser benutzen sollte (siehe Anlage 6).

10.2 Anzahl der Teilnehmerinnen und Interventionsablauf

Alle 113 Frauen, deren Trinkwasser in mindestens einer Probe Blei in einer höheren Konzentration als dem zukünftigen Grenzwert (10µg/l) enthielt und die angaben, das Wasser zu konsumieren, erhielten eine schriftliche Einladung für den zweiten Studienteil. Bei ausbleibender Reaktion warben Mitarbeiter der BAGS zusätzlich telefonisch um Teilnahme. Vier

weitere Frauen, in deren Trinkwasser ein Bleinachweis erfolgt war, erhielten keine Einladung, da sie zuhause kein Leitungswasser zu sich nahmen.

52 Frauen machten bei der ihnen nach dem Zufallsprinzip zugewiesenen Interventionsstrategie mit. Der Tausch von einer Interventionsgruppe zur anderen wurde restriktiv gehandhabt: Zwei Frauen wechselten zu Beginn des Interventionsteils der Studie. Eine Teilnehmerin von der "Meiden"- in die "Mindern"-Gruppe, da sie nicht genügend Raum für die Wasserkisten hatte. Die zweite Person wechselte in die "Meiden"-Gruppe, da die Trinkwasserprobe nach dem Ablaufen lassen (Frischwasser) mehr Blei enthielt als die übrigen beiden Proben. Die Empfehlung, das Wasser vor Gebrauch ablaufen zu lassen, konnte in diesem Fall nicht ausgesprochen werden. 61 Frauen konnten nicht zur Teilnahme gewonnen werden.

Die Interventionsgruppe "Mindern", die Leitungswasser vor Gebrauch zur Nahrungszubereitung ablaufen lassen sollte, bestand damit zunächst aus 21 Teilnehmerinnen. Zwei Teilnehmerinnen dieser Gruppe konnten die Intervention jedoch nicht beenden. Eine der Frauen war längerfristig erkrankt und stationär im Krankenhaus, die andere verbrachte unerwartet mehrere Wochen beruflich im Ausland. Die Interventionsgruppe "Meiden", der durch die BAGS kostenlos stilles, in Flaschen abgefülltes Wasser³ zur Verfügung gestellt wurde, umfasste 33 Teilnehmerinnen.

Im folgenden ist der Ablauf der Intervention und die Gruppengröße noch einmal grafisch dargestellt.

³ Das stille Wasser war frei von Blei bei einer Nachweisgrenze von 0,1 µg/l.

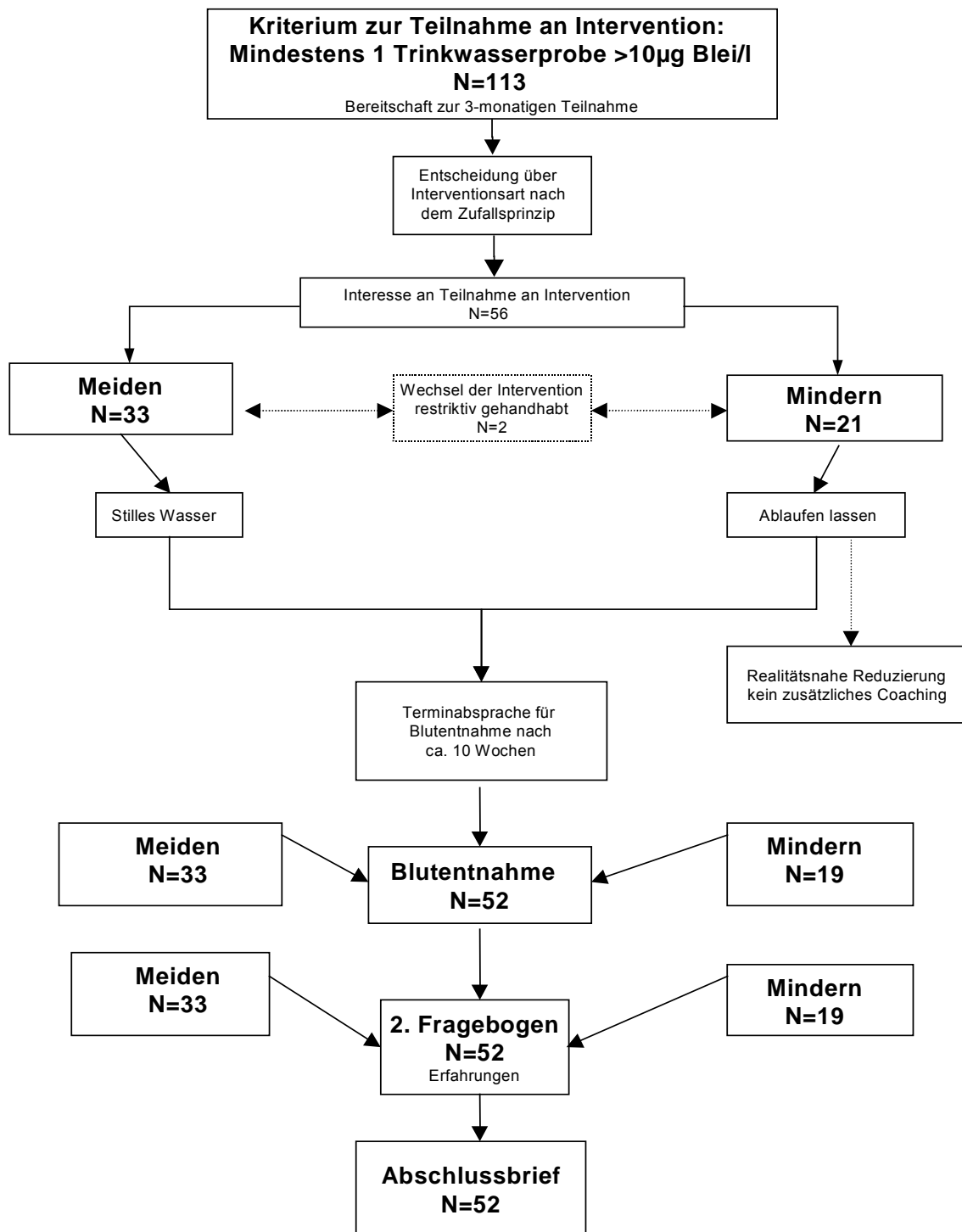


Abb. 14: Ablauf der Intervention

Die Dauer der Intervention betrug 9 bis 14 Wochen mit einem Mittelwert von 11 Wochen. In der Interventionsgruppe "Meiden" blieben alle bis auf eine Teilnehmerin 11 Wochen dabei. In der Interventionsgruppe "Mindern" war die Teilnahmedauer uneinheitlicher, Minimal- und Maximalwerte stammen aus dieser Gruppe.

Zum Abschluss der Intervention wurde den Teilnehmerinnen erneut Blut entnommen und sie wurden gebeten, einen zweiten Fragebogen auszufüllen (siehe Anlage 10).

10.2.1 Vergleich der Interventionsgruppen

Im folgenden wird geprüft, ob trotz zufälligen Verteilung auf die beiden Interventionsgruppen ("Meiden" und "Mindern") Verzerrungen in wichtigen Einflussvariablen vorliegen.

Nur drei der 52 Teilnehmerinnen hatten Kinder. Alle drei Mütter waren der Interventionsgruppe "Meiden" zugeordnet.

Tab. 25: Altersvergleich der beiden Interventionsgruppen (Jahre)

Interventionsgruppe	N	min.	Max.	Mittelwert	Perzentile			
					25.	50.	75.	95.
Mindern	19	21	30	28	27	28	30	30
Meiden	33	21	31	27	26	28	29	30

Die zwei Interventionsgruppen hatten eine ähnliche Altersverteilung mit geringer Varianz.

Hinsichtlich der Berufstätigkeit ist ein Unterschied festzustellen. Während in der „Meiden“-Gruppe 10 von 33 Frauen nicht berufstätig waren, ist es in der „Mindern“-Gruppe nur eine von 19.

Jeweils 85 % der Teilnehmerinnen beider Gruppen hatten Abitur.

Der Konsum von häuslichem Trinkwasser, Wein sowie Milch in beiden Gruppen unterschied sich nicht. Keine der Interventionsteilnehmerinnen gab an, Calcium einzunehmen.

10.3 Ergebnisse der Befragung nach der Intervention

10.3.1 Umsetzung der Interventionsempfehlung

Wie bei allen Feldforschungen ist eine vollständige Befolgung der Interventionsempfehlungen nicht zu erwarten. Nach Abschluss der Intervention und vor der Blutabnahme wurden die Teilnehmerinnen deshalb schriftlich befragt, woher sie während der Studienzeit ihr Trinkwasser bezogen hatten.

Bei hundertprozentiger Realisierung sollte die Mindergruppe Leitungswasser vor dem Verwenden immer erst ablaufen lassen. 17 von 19 Teilnehmerinnen füllten beide Fragen, die diesen Aspekt betrafen, aus. 10 Frauen (59%) ließen stets Wasser ablaufen. Insgesamt haben 13 Frauen (76%) dies immer oder zumindest häufig praktiziert. Zwei Teilnehmerinnen dieser Gruppe verhielten sich nie wie gewünscht und nutzen immer abgepacktes Wasser. Eine dieser Frauen hatte in der ersten Befragung angekreuzt, nie abgepacktes Wasser zu

verwenden, aber auch selten oder nie Leitungswasser. Die zweite Probandin hatte laut erster Befragung immer Leitungswasser ohne es vorher ablaufen zu lassen getrunken und selten abgepacktes Wasser.

Die „Meiden“-Gruppe sollte demgegenüber bei hundertprozentiger Realisierung im häuslichen Umfeld immer stilles Wasser und nie Leitungswasser zu sich genommen haben. 29 der 33 Teilnehmerinnen dieser Gruppe beantworteten beide Fragen. 19 von ihnen (67%) gaben an, tatsächlich nur stilles Wasser genutzt zu haben; insgesamt verfuhr 91% immer oder zumindest häufig so.

Ein Unterschied zwischen den Interventionsgruppen besteht im Realisierungsgrad. Während die „Meiden“-Gruppe zu über 90 % immer oder häufig dem gewünschten Verhalten entsprach, gelang dies in der „Mindern“-Gruppe nur zu 76%.

Dass die Gruppen überwiegend die Interventionsanweisungen befolgten, ist angesichts der langen Dauer von etwa 11 Wochen und ohne begleitende unterstützende Maßnahmen überraschend positiv.

10.3.2 Praktikabilität der Interventionsempfehlung

Die Möglichkeiten, die gewünschte Verhaltensänderung kurzfristig für den Zeitraum der Studie zu praktizieren, wurden insgesamt positiv eingeschätzt.

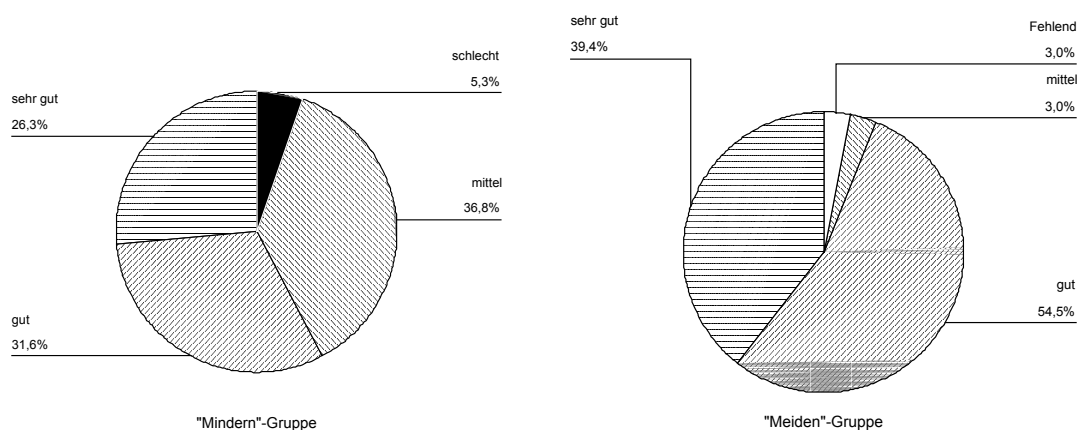


Abb. 15: Einschätzung der Praktikabilität für die Dauer der Studie

In der „Mindern“-Gruppe (Leitungswassernutzung nach ablaufen lassen) empfanden rund 58% der Teilnehmerinnen für sehr gut bis gut praktikabel. Lediglich 5% der Teilnehmerinnen hielten das Ablaufen lassen für eine schlecht praktizierbare Maßnahme. In der „Meiden“-Gruppe beurteilten 94% der Frauen das Verfahren (Verwendung von stillem Wasser bei freier Lieferung) für gut bis sehr gut praktikabel.

Demgegenüber wurde die langfristige Praktikabilität beider Interventionsempfehlungen deutlich schlechter eingeschätzt. In der Interventionsgruppe „Mindern“ hielten dies 32% und in der Interventionsgruppe „Meiden“ 24 % für eine auf Dauer schlecht praktikable Lösung.

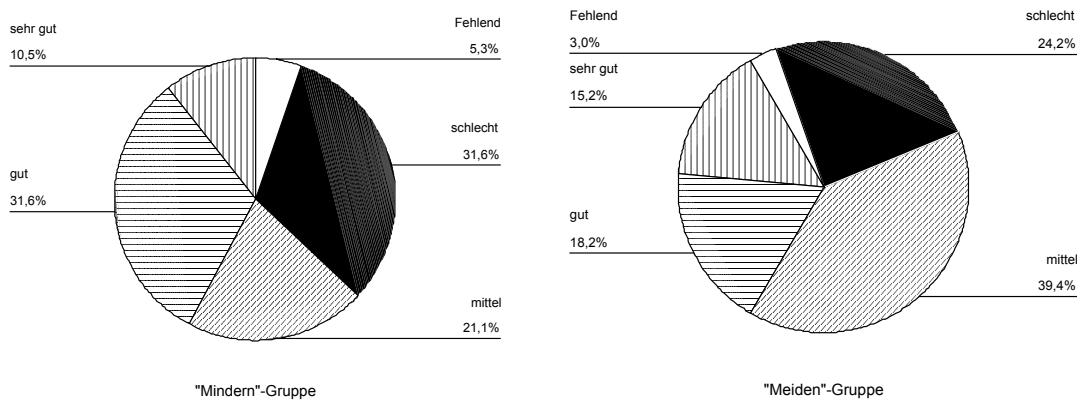


Abb. 16: Einschätzung der Praktikabilität als dauerhafte Maßnahme

Als sehr gut bzw. gut Praktikabel wurden die Interventionsmaßnahmen in der „Mindern“-Gruppe von 42% und in der „Meiden“-Gruppe von 33% beurteilt.

10.3.3 Veränderungen von Einflussfaktoren während der Intervention

Während der Intervention begann keine Probandin ein Hobby mit möglicher Bleibelastung. Eine Frau der „Mindern“-Gruppe zog kurz vor Ende der Interventionsphase um. Eine Person der „Meiden“-Gruppe wurde schwanger, sie befand sich zum Zeitpunkt der Abschlußbefragung in der 23 Schwangerschaftswoche. Eine Frau begann während der Studie zu rauchen. Eine Frau berichtete über Umbaumaßnahmen an den Trinkwasserleitungen des Hauses. In die Auswertung wurden diese vier Frauen einbezogen, denn die Hauptergebnisse der Studie blieben auch bei Ausschluss dieser Probandinnen konstant.

Acht Frauen wechselten während der Intervention den Arbeitsplatz, sieben davon stammten aus der „Meiden“-Gruppe. Diese Häufung ist statistisch jedoch nicht signifikant

Insgesamt waren 14 Frauen während der Intervention im Urlaub gewesen. Die durchschnittliche Urlaubsdauer in den Gruppen - 1,9 Tage in der „Meiden“-Gruppe und 2,3 Tage in der „Mindern“-Gruppe - unterscheidet sich nicht signifikant.

Tab. 26: Urlaubsdauer in Abhängigkeit von der Interventionsgruppe

			Urlaub in Tagen									
			0	3	5	6	7	8	9	13	15	
Interventionsgruppe	n	%	%	n								
Mindern	19	100	78,9	15			1		1			2
Meiden	33	100	75,8	25	2	1	1	1		1	1	1
gesamt	52	100	76,9	40	2	1	2	1	1	1	1	3

Dauerte der Urlaub länger als eine Woche, wurde der Studienzeitraum entsprechend angepasst, um mindestens drei Wochen Intervention vor Blutabnahme zu gewährleisten.

10.4 Ergebnisse der Analytik

10.4.1 Ergebnisse der Bleiuntersuchungen im Trinkwasser

Vor Intervention wurde, wie in Kapitel 9.3.1. dargestellt, der Bleigehalt im Trinkwasser bestimmt. In den beiden folgenden Tabellen wird die Verteilung der Bleikonzentration im Trinkwasser noch einmal - jetzt getrennt für die beiden Interventionsgruppen - aufgelistet.

Tab. 27: Blei im Trinkwasser ($\mu\text{g/l}$) der Interventionsgruppen: Gruppe Meiden (n=33)

	Perzentile						
	min.	max.	Mittelwert	25.	50.	75.	95.
Standwasser	10	150	39	16	23	63	122
Frischwasser	1	90	13	5	9	13	73
Kochwasser	1	153	28	10	15	30	123
mittlere Bleikonzentration [Standwasser + Frischwasser + Kochwasser]/3	6	97	27	12	17	39	83

Tab. 28: Blei im Trinkwasser ($\mu\text{g/l}$) der Interventionsgruppen: Gruppe Mindern (n=19)

	Perzentile						
	min.	max.	Mittelwert	25.	50.	75.	95.
Standwasser	10	200	62	20	52	87	200
Frischwasser	1	26	10	7	9	12	26
Kochwasser	1	56	19	1	10	32	56
mittlere Bleikonzentration [Standwasser + Frischwasser + Kochwasser]/3	8	69	30	12	30	47	69

Hinsichtlich der Bleibelastung im Trinkwasser beider Interventionsgruppen bestand kein statistischer Unterschied. Die mittleren Trinkwasserwerte ([Standwasser + Frischwasser + Kochwasser]/3) vor der Intervention waren in beiden Gruppen ähnlich. Im mittleren Bereich

der Verteilung lagen die Werte der „Mindern“-Gruppe etwas höher; ein t-Test (mit logarithmierten Werten) ergab jedoch keinen Hinweis auf signifikante Mittelwertsunterschiede ($t = -0,91$; $DF=50$; $p = 0,36$) beziehungsweise auf eine überzufällige Verzerrung in der Gruppenauswahl.

10.4.2 Ergebnisse der Bleiuntersuchungen in Blut

Beide Interventionsgruppen wiesen eine ähnliche Blutbleibelastung vor der Intervention auf.

Tab. 29: Blei im Blut ($\mu\text{g/l}$) vor der Intervention in den beiden Interventionsgruppen

Interventionsgruppe	n	min.	max.	Mittelwert	Perzentile			
					25.	50.	75.	95.
Mindern	19	17	69	38	29	31	53	69
Meiden	33	10	65	34	27	31	42	60

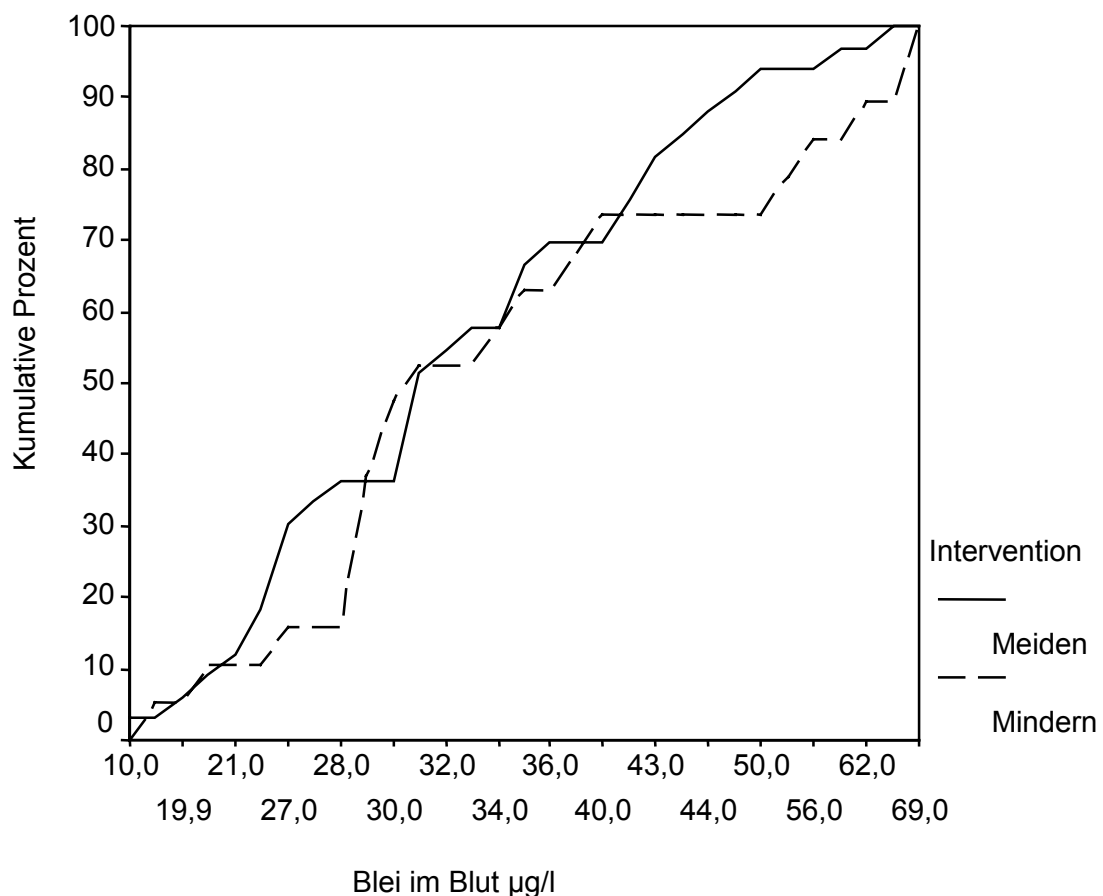


Abb. 17: Blutbleiwerte vor der Intervention

Die „Mindern“-Gruppe hatte eine gewisse Tendenz zu höheren Blutbleiwerten vor der Intervention. Sie unterschied sich als Gruppe aber nicht signifikant von der „Meiden“-Gruppe, weder im Mittelwertvergleich (t-Test $-1,188$ $p = 0,241$) noch auf Ordinalniveau (Tau-B = $0,067$; $p = 0,573$). Dies verdeutlicht auch obige Abbildung 16.

10.4.2.1 Vergleich der Bleikonzentration im Blut vor und nach der Intervention

Vor und nach der Intervention wurden bei den 52 Probandinnen die in Tabelle Tab. 29: dargestellten Blutwerte gemessen.

Tab. 30: Blei im Blut ($\mu\text{g/l}$) vor und nach der Intervention ($n=52$) in beiden Interventionsgruppen

	min.	max.	Mittelwert	Perzentile			
				25.	50.	75.	95.
vorher	10	69	35	27	31	43	67
nachher	1	73	24	17	22	32	51

Betrachtet man die beiden Interventionsgruppen zusammen, so ist der Blutbleispiegel aller Interventionsteilnehmerinnen im Mittel um $11\mu\text{g/l}$ gesunken.

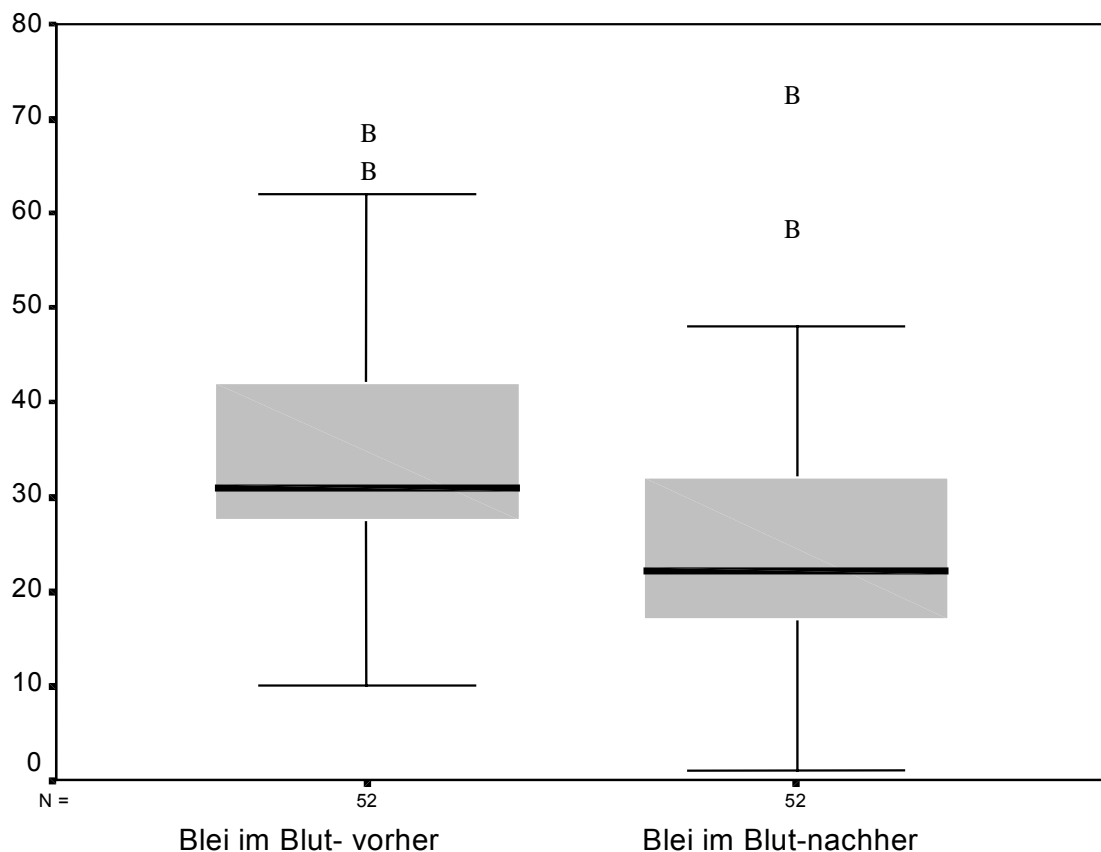


Abb. 18: Box-Plot der Bleiwerte im Blut ($\mu\text{g/l}$) vor und nach Intervention, alle Teilnehmerinnen ($n=52$)

Die beobachtete Abnahme der Mittelwerte ist im t-Test für gepaarte Stichproben mit einem T-Wert von 5,7 hochsignifikant ($p > 0,001$).

10.4.2.2 Individuelle Abnahme der Blutbleispiegel nach Intervention

Bei 88 % der Probandinnen lag der Blutbleigehalt nach der Intervention niedriger als vor der Intervention. Lediglich bei sechs der 52 Interventionsteilnehmerinnen war keine Abnahme, sondern eine Zunahme feststellbar.

Tab. 31: Individuelle Veränderung der Bleiwerte im Blut durch die Intervention (n=52)

	min.	max.	Mittelwert	Perzentile			
				25.	50.	75.	95.
Differenz im Bleigehalt im Blut vorher – nachher ($\mu\text{g/l}$)	16,5	-32,8	-11,0	-4,0	-10,5	-18,7	-28,6

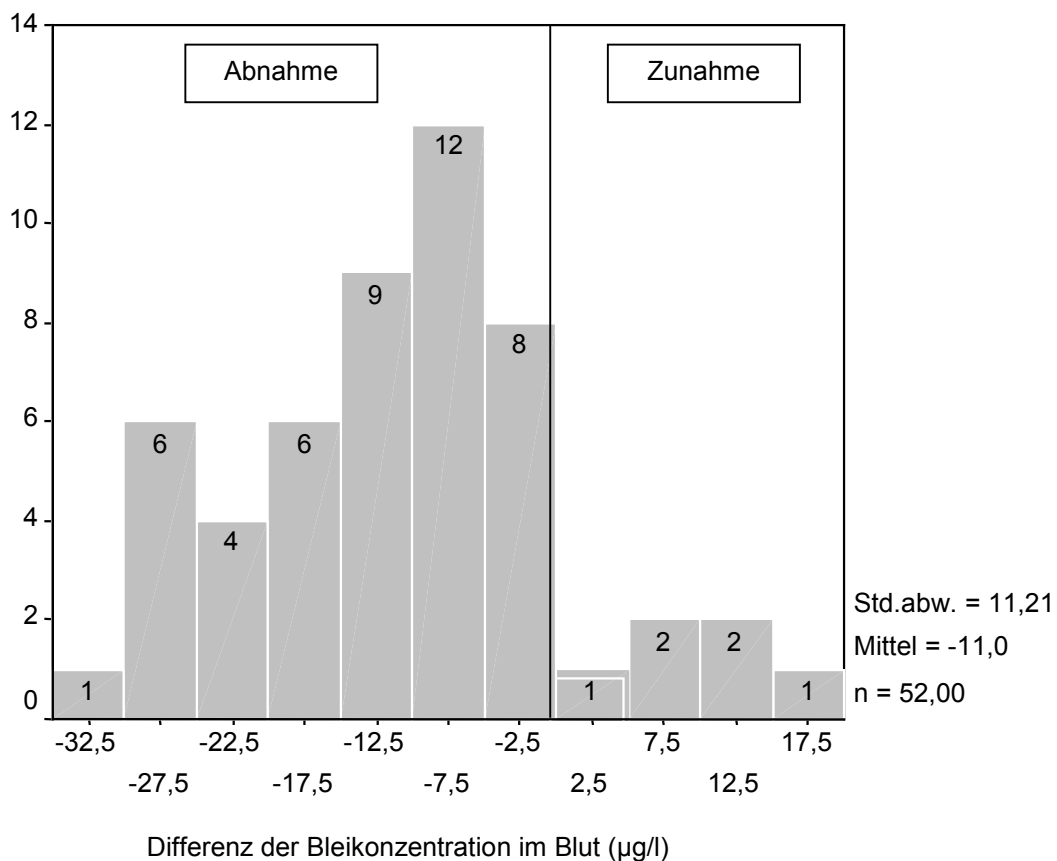


Abb. 19: Individuelle Veränderung des Bleispiegels im Blut durch die Intervention ($\mu\text{g/l}$)

Die Einzelanalyse der sechs Teilnehmerinnen mit gestiegenen Blutbleiwerten ergab, dass drei der gewünschten Interventionsanweisung nicht vollständig gefolgt waren. Bei einer vier-

ten Frau sind die gemessenen Bleiwerte in Trinkwasser auffällig (Standwasser 200 µg/l; Frischwasser 7µg/l; Kochwasser nicht nachweisbar).

10.4.2.3 Abnahme des Blutbleispiegels im Vergleich der Interventionsgruppen

Am Ende der Intervention lag der Blutbleispiegel in beiden Interventionsgruppen niedriger als vor der Intervention; dieser Effekt zeigte sich auch beim Vergleich der individuellen Blutbleigehalte. In beiden Konstellationen war die Nutzung von stillem Wasser (Gruppe "Meiden") effektiver als die Variante, das Leitungswasser vor Gebrauch ablaufen zu lassen (Gruppe "Mindern"). "Meiden" führte zu einer deutlicheren Abnahme des Blutbleispiegels als "Mindern".

Tab. 32: Blei im Blut (µg/l) nach der Intervention für die beiden Interventionsgruppen

Interventionsgruppe	n	min.	max.	Mittelwert	Perzentile			
					25.	50.	75.	95.
Meiden	33	1	40	21	16	20	28	35
Mindern	19	8	73	30	21	28	35	72

Die nach der Intervention in der „Meiden“-Gruppe im Blut festgestellten Bleikonzentrationen liegen im Bereich der im Umweltsurvey 1998 (siehe Tab. 15) gemessenen Konzentrationen. Die Teilnehmerinnen der „Mindern“-Gruppe überschreiten diese Konzentrationen deutlich.

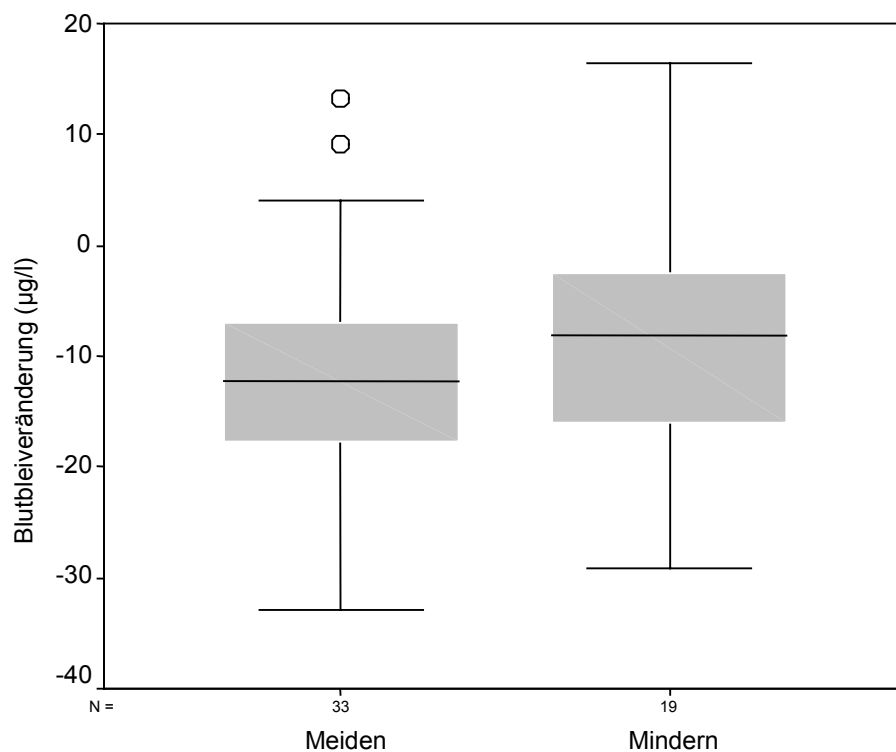


Abb. 20: Änderung der Bleikonzentration im Blut im Vergleich der beiden Interventionsgruppen

Während in der „Meiden“-Gruppe (Nutzung von stillem Wasser) die Abnahme der Blutbleispiegel im Mittel 12,3 µg/l betrug, konnten die Teilnehmerinnen der „Mindern“-Gruppe (Wasser ablaufen lassen) ihren Blutbleispiegel im Mittel nur um 8,2µg/l senken.

Die Nutzung von stillem Wasser führte zu einer prozentualen Abnahme im Median des Blutbleiwertes von 41%, die Nutzung des Trinkwassers nach Ablaufen lassen ergab nur eine Abnahme von 24%.

Der beobachtbare Vorteil der Nutzung von stillem Wasser im Vergleich zu dem Ablaufen lassen von Leitungswasser lässt sich statistisch jedoch nicht sichern. Dies war aufgrund des geringen Stichprobenumfangs der Interventionsgruppen auch nicht zu erwarten. Ein t-Test auf Mittelwertgleichheit der Blutbleiveränderungen ergibt eine Wahrscheinlichkeit von 18 % dafür, dass diese Unterschiede auch zufällig hätten entstehen können ($t=1,4$; $p= 0,18$). Auch im ordinalen Vergleich zeigt sich kein signifikanter Unterschied (Somers D = -0,24; Tau-b= -0,16; $p= 0,16$).

11 Diskussion

Mit dieser Studie wurde untersucht, inwieweit der Konsum von Trinkwasser den Blutbleiwert beeinflusst, wenn das Trinkwasser durch bleihaltige Leitungen fließt und inwieweit Empfehlungen zur Verminderung der Bleiaufnahme wirksam sind.

Die Messung des Bleigehaltes im Vollblut ist der geeignetste Indikator für die aktuelle Belastung eines Individuums. Ein zentrales Ergebnis der Studie war, dass Frauen aus Haushalten mit Bleileitungen signifikant höhere Blutbleigehalte aufwiesen als Frauen aus Haushalten mit bleifreiem Trinkwasser. Diese Beobachtung belegt die zentrale Bedeutung einer zusätzlichen Bleibelastung durch bleihaltige Installationsmaterialien.

Auch wenn andere bekannte Einflussgrößen (Alter, Weinkonsum) gleichzeitig betrachtet wurden, blieb der Einfluss des Trinkwassers auf den Blutwert dominant. Da bekanntermaßen mit zunehmendem Alter der Blutbleigehalt bei Erwachsenen steigen kann, war die Hamburger Studie schon im Vorfeld gezielt auf Frauen im Alter von 20 bis 30 Jahren beschränkt worden. Diese Entscheidung erlaubte es, die Wirkung weiterer Einflussgrößen auf den Blutbleispiegel - wie zum Beispiel des Trinkwassers - genauer zu erfassen. Das Alter war mit 2% der Varianzaufklärung nur noch als schwacher Effekt sichtbar. Der Blutbleispiegel sank, wie in der Literatur beschrieben, auch in unserer Studie mit steigendem Milchkonsum. Das Ergebnis der Korrelation von Blutbleiwert zu Calciumaufnahme unterstreicht die Notwendigkeit, auf eine ausreichende Calciumzufuhr über Lebensmittel zu achten, zumal die Calciumversorgung bei 10 bis 25 jährigen Mädchen und Frauen mit nur 83% der empfohlenen Menge

besonders niedrig ist (35). In der multivariaten Analyse wurde bestätigt: je höher der Weinkonsum war desto höher war auch der Blutbleispiegel. Für weitere abgefragte Nahrungsmittel und Medikamente zeigte sich kein entsprechender Zusammenhang.

Der beste Schätzer aller Einflussfaktoren auf den Blutbleigehalt war die mittlere Bleikonzentration im Trinkwasser und die hieraus berechnete Expositionsmenge. Eine mögliche Varianz durch andere Einflussfaktoren wie Wohnort, Staub- oder Luftbelastung konnte durch die Wahl des Kollektivs ausgeschlossen werden. Die im Rahmen des ersten Teils der Studie festgestellten Bleikonzentrationen im Blut waren im Vergleich zum Umweltsurvey 1998 (20) im Mittel um 4-5 µg/l erhöht. Das Konzentrationsniveau des Umweltsurveys konnte nur nach dem vollständigen Meiden von bleihaltigem Trinkwasser erreicht werden.

Welche Schlussfolgerungen können aus der Studie abgeleitet werden, welche Verhaltensempfehlungen sind praktikabel und präventiv wirksam?

Beide Varianten zur Reduzierung der Bleiaufnahme durch Trinkwasser führten innerhalb des Beobachtungszeitraumes von 11 Wochen zu einer signifikanten Senkung des Blutbleiwertes. Wichtig ist, dass bei den Frauen, in deren Haushalt der Austausch von Bleileitungen durch Verwendung von stillem Wasser, simuliert wurde, der Blutbleiwert im Median um 41% verringert werden konnte. Im Vergleich hierzu ließ sich der Blutbleiwert durch die Verwendung von Frischwasser um 24 % reduzieren. Diese Reduktionswerte sind ein weiterer eindrucksvoller Beleg für die Aufnahme von Blei durch Trinkwasser und die Möglichkeit, diese durch den hier simulierten Austausch von Bleiinstallationen wirkungsvoll zu reduzieren.

Der Nutzen von Verhaltensempfehlungen zur Vorbeugung einer unnötigen Bleibelastung hängt u.a. von der Kenntnis der Situation, der Praktikabilität der Maßnahmen im Alltag, der langfristigen Anwendungssicherheit und der Reichweite von Informationsangeboten ab.

Das Wissen darüber, ob Bleileitungen im Haus vorhanden sind, war sehr lückenhaft. Nur 27% der Befragten, deren Wasser bleihaltig war, wussten davon. 73% der Frauen mit Bleileitungen waren der Meinung, dass in ihrem Mietshaus keine vorhanden seien. Dreiviertel der Frauen, die an unserer Studie teilnahmen, hatten durch dieses Wissensdefizit vor der Studie keine Chance, die Bleibelastung durch Trinkwasser zu minimieren. Der Antrieb, Wasserproben durchführen zu lassen, um bei auffälligen Werten einen Austausch der Bleirohre zu betreiben, war damit nicht vorhanden. Nur 7% der Studienteilnehmerinnen fühlten sich ausreichend über die Trinkwasserqualität informiert.

Über die Trinkwasserqualität informiert werden möchten die Teilnehmerinnen von den Hamburger Wasserwerken, dem Eigentümer oder vom öffentlichen Gesundheitsdienst. Hier fällt dem Eigentümer eine besondere Verantwortung zur Information zu. Solange Bleiinstallatio-

nen im Haus vorhanden sind, sollte der Eigentümer die Mieter hiervon unterrichten, damit der Mieter sich entsprechend verhalten kann. Dem öffentlichen Gesundheitsdienst kommt die Aufgabe zu, über die gesundheitlichen Wirkungen zu informieren und sensitive Gruppen über die sich ergebenden gesundheitlichen Risiken aufzuklären.

Für die Dauer der Intervention fand bei den Teilnehmerinnen die Vermeidung der Bleiquelle durch die Verwendung von geliefertem, stillem Wasser, mit 94%, mehr Zustimmung als das Ablaufen lassen. Nur 58% der Studienteilnehmerinnen hielten das Ablaufen lassen des Trinkwassers für gut bis sehr gut praktikabel. 90% der Frauen der „Meiden“-Gruppe gaben an, während der Intervention häufig oder immer stilles Wasser verwendet zu haben. Die Anweisung, das Wasser ablaufen zu lassen, wurde mit 76% weniger konsequent befolgt. Die Möglichkeit, Verhaltensänderungen kurzfristig zu praktizieren, wurde somit insgesamt - wenn auch mit Unterschieden – bei beiden Interventionsgruppen positiv eingeschätzt.

Die Beurteilung der Eignung auf Dauer fällt ungünstiger aus: $\frac{1}{3}$ der „Mindern“-Gruppe und $\frac{1}{4}$ der „Meiden“-Gruppe hielten die Empfehlungen auf Dauer für „schlecht“ umsetzbar. Für lediglich 16% war die Verwendung von gekauftem stillem Wasser dauerhaft „sehr gut“ geeignet und noch weniger, 11%, hielten das Ablaufen lassen für „sehr gut“ praktikabel. Eine „gute“ Dauereignung bescheinigen die Teilnehmerinnen ohne Kenntnis der Blutergebnisse eher dem Ablaufen lassen (32% gegenüber 18%). Da das Mindern einer Bleibelastung durch Ablaufen lassen von Wasser nur geringere positive Auswirkungen auf die Bleikonzentration im Blut der Teilnehmerinnen hatte, lässt sich hieraus nicht der Schluss ziehen, dass diese Maßnahme eine gute, dauerhafte Lösung darstellt. Die Frage nach der Praktikabilität der "Meiden" - Empfehlung bezog sich auf das Substituieren von Trinkwasser durch stilles Wasser. Dies war jedoch nur ein Kunstgriff, um eine bleifreie Leitung nach Ausbau der Bleirohre zu simulieren. Nach der Praktikabilität des Austausches von Bleiinstallationen wurden die Studienteilnehmerinnen, bei denen es sich meist um Mieterinnen handelt, nicht explizit gefragt.

Der auf Grund von toxikologischen Überlegungen von der Weltgesundheitsorganisation festgesetzte Leitwert von 10 µg/l für Blei im Trinkwasser wird gegenwärtig im Rahmen der Umsetzung von EU-Vorschriften in nationales Recht übertragen. Der derzeit gültige Grenzwert für Blei im Trinkwasser von 40 µg/l wird schrittweise auf 10 µg/l (ab 01.12.2003 gelten 25 µg/l, ab dem 01.12.2013 gelten 10g/l) gesenkt werden. Neben den bereits erwähnten gesundheitlichen Aspekten und der Überprüfung der Effektivität von präventiven Empfehlungen stellte sich auch die Frage, inwieweit der künftige Trinkwassergrenzwert von 10 µg/l überhaupt sicher eingehalten werden kann, wenn Installationen aus Blei im Haus sind.

Bei mehr als 50% der Probandinnen aus Häusern mit Bleileitungen überschritt der mittlere Gehalt der drei Wasserproben 10 µg/l. Stand-, Frisch- und Kochwasserwerte lagen dabei

nicht immer im erwarteten Verhältnis zueinander: Den höchsten Messwert wies eine Kochwasserprobe (330 µg/l) und nicht eine Standwasserprobe (220 µg/l) auf, in der aufgrund der langen Verweilzeit in der Leitung die höchste Konzentration zu vermuten wäre. In 10 (4%) Untersuchungen überstieg die Bleikonzentration im Frischwasser die im Stand- und Kochwasser. Verwechslungen bei der Probenahme können nicht ausgeschlossen werden, es war aber auch bei anderen Untersuchungen nicht ungewöhnlich, dass Frischwasser mehr Blei als das Koch- oder Standwasser enthielt. Dies kam in der Hamburger Trinkwasserdatenbank bei 10% der Untersuchungen vor. Der Bleigehalt kann bereits nach kurzen Stagnationszeiten von 15 bis 30 Minuten über den Trinkwassergrenzwert von 40 µg/l steigen (36) oder mit zunehmender Geschosshöhe bzw. Leitungslänge weiter ansteigen (37).

Die Resultate verdeutlichen, dass es beim Vorhandensein von Bleileitungen im Haus keine Sicherheit gibt, Wasser im Sinne des künftigen Trinkwassergrenzwertes für Blei zu zapfen.

In 15% der Wasserproben wurde der künftige Grenzwert von 10 µg/l in allen drei Proben überschritten. Der entsprechende Anteil ist in der Hamburger Trinkwasserdatenbank (betrachtet man nur die Ergebnisse aus der Untersuchungsregion) mit ca. 40% höher. Dies verwundert nicht, denn die Hamburger Trinkwasserdatenbank enthält anlassbezogene Untersuchungen von Bürgern, die den begründeten Verdacht haben, ihr Trinkwasser könne Blei enthalten. In der Studie hingegen wurden alle 20- bis 30-jährigen Frauen der Untersuchungsregion ermuntert, ihr Trinkwasser auf Blei analysieren zu lassen. Auf die übrigen Ergebnisse der Studie – Relation von Blei im Blut und im Wasser - hat die Häufigkeit der Überschreitungen des künftigen Grenzwertes keinen Einfluss.

Auch wenn akute Intoxikationen bei den höchsten Bleigehalten von 200 µg/l im Standwasser und 330 µg/l im Kochwasser in der vorliegenden Studie nicht auftraten, betragen solche Spitzenwerte das 20- bzw. 33-fache des für den dauerhaften Konsum festgelegten künftigen Trinkwassergrenzwertes von 10 µg/l. Für eine Expositionsabschätzung ist es gerechtfertigt anzunehmen, dass im Laufe des Tages zu verschiedenen Zeiten Wasser entnommen wird. Wenn Bleileitungen vorhanden sind, ergibt sich bei unserer Studie ein mittlerer Bleigehalt ((Standwasser- + Frischwasser- + Kochwassergehalt)/3) der Haushalte von 26 µg/l. Rein rechnerisch wäre für nicht gestillte Säuglinge von 3-6 Monaten mit einem Körpergewicht von 5 kg und einer Trinkmenge von 900 ml pro Tag (38) (34) damit eine Bleiaufnahme von 23 µg/d über hydrolysierte Trockenmilchpräparate verbunden. Die von der WHO als tolerabel angesehene Menge von 18 µg/d würde damit überschritten.

Auffällig war, dass 94% der Teilnehmerinnen an dieser Studie keine Kinder hatten und das überdurchschnittlich hohe Bildungsniveau der Studienteilnehmerinnen. 79% der Studienteilnehmerinnen hatten Abitur gegenüber 40% der Hamburger Schulabgänger. Daten zum Bil-

ungsstand von 20-30jährigen Frauen auf Stadtteilebene wurden bisher in Hamburg nicht erhoben. Hinsichtlich der sozialen Lage entspricht das ausgewählte Untersuchungsgebiet, gemessen an den Kriterien Sozialhilfeempfänger in der Bevölkerung, Arbeitslose und Einkünfte von Steuerpflichtigen, etwa der Bevölkerung Hamburgs.

Das hohe Bildungsniveau ist teilweise durch die Nähe der ausgewählten Ortsteile zur Universität Hamburg zu erklären. Der Stadtteil Eimsbüttel gilt als "Studentenviertel". Außerdem hat möglicherweise das Erhebungsverfahren – Aufforderung per Brief, Bereitschaft zur zweimaligen Blutentnahme und zur Beprobung von Trinkwasser, sowie zum Ausfüllen zweier Fragebögen - dazu geführt, dass der höhere Bildungsstand überrepräsentiert ist. Es ist auch nicht ungewöhnlich, dass die Personen, die auf die Teilnahmeaufforderung einer Studie antworten, höher gebildet sind als die, die nicht antworten. Diese Verzerrung in der Stichprobe führt nicht zu einer Verzerrung im Bleigehalt des Trinkwassers. Falls diese Besonderheit des Studienkollektivs einen Effekt auf die gefundenen Ergebnisse hatte, so ist am ehesten damit zu rechnen, dass der Erfolg der Interventionsempfehlungen, bei einer anderen Stichprobe ungünstiger ausgefallen wäre. Denn es kann nicht erwartet werden, dass stringent einzuhaltende Verhaltensempfehlungen zur Verminderung der Bleiaufnahme über Trinkwasser bei Frauen mit niedrigerem Bildungsstand besser angenommen werden. Bei einem dauerhaften Austausch der Bleirohre würde dieser eventuell bestehende Nachteil nicht mehr zum Tragen kommen.

Grundsätzlich sind die Fallzahl (n=248) und die Rückmeldung (10%) angesichts des Ausschlusses von Raucherinnen, Schwangeren und Stillenden zufriedenstellend. Unter den Annahmen, dass von allen 20 – 29 jährigen Frauen 43% rauchen (39), 6 % schwanger sind⁴, diese sich wiederum gleichmäßig auf Raucherinnen und Nichtraucherinnen verteilen, und ein geringer, nicht genau bekannter Prozentsatz stillt, trafen die Teilnahmevoraussetzungen nur auf etwa die Hälfte der Angeschriebenen zu. Bezogen hierauf läge die Rückmeldung bei über 20%. Die Studie ist demnach repräsentativ für Frauen der Altersklasse 20-30 Jahre aus der gewählten Region.

Die Ergebnisse dieser Studie belegen die Vorteile eines Austausches von Bleirohren in Wohnhäusern. Die als schlecht eingeschätzte Praktikabilität, dauerhaft das Wasser ablaufen zu lassen, mit der Folge einer häufigen Überschreitung des künftigen Trinkwassergrenzwertes, zeigt die Notwendigkeit, die Bleiproblematik präventiv umfassend zu behandeln. Ein mögliches Vorgehen ist im Anhang (Anlage 11) geschildert. Es ist für die Nutzer von Trink-

⁴ Schätzung aufgrund der Lebendgeburten in Hamburg, Mitteilung des Statistischen Landesamtes Hamburg, natürliche Bevölkerungsbewegung für Hamburg 1999

wasser in älteren Häusern sinnvoll, sich durch Fragen an den Vermieter, an Nachbarn oder die Analyse von Wasserproben, einen Überblick darüber zu verschaffen, ob Bleirohre verbaut sind. Gesundheitliche Risiken durch die Bleiaufnahme über Trinkwasser könnten durch den Ersatz von Bleileitungen verhindert werden. Hauseigentümern, in deren Mietshäusern noch Bleirohre verbaut sind, sollten diese zeitnah austauschen und in der Zwischenzeit ihre Mieter für das Thema sensibilisieren, damit sie sich und ihre Kinder vor einer überflüssigen Bleiaufnahme schützen können.

12 Danksagung

Die Arbeitsgruppe Blei bedankt sich recht herzlich bei den Studienteilnehmerinnen für ihr freundliches, engagiertes und dauerhaftes Interesse. Auch den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Gesundheit- und Umwelt-Treffs in Eimsbüttel, ohne die wir den organisatorischen Aufwand nicht bewältigt hätten, sei herzlich für die reibungslose Unterstützung gedankt. Wir bedanken uns bei dem Leiter des Gesundheits- und Umweltamtes Eimsbüttel, der diese Kooperation möglich gemacht hatte und bei unseren Kolleginnen und Kollegen aus der Behörde für Arbeit, Gesundheit und Soziales, die uns durch tatkräftige Arbeit oder fachliches feedback unter die Arme gegriffen haben.

Zusammenfassung der Studie

In Hamburg gibt es noch 100.000 bis 120.000 Wohnungen mit Trinkwasserinstallationen aus Blei. Die Bleizufuhr über Trinkwasser stellt eine vermeidbare Bleiquelle dar. Die Bleibelastung der Allgemeinbevölkerung in Deutschland hat in den letzten Jahren abgenommen.

Die von einer Arbeitsgruppe der Behörde für Arbeit, Gesundheit und Soziales (BAGS) konzipierte Studie besteht aus einer Bestandserhebung als Querschnittsuntersuchung und einer Situationsveränderung mit Verlaufsbeobachtung als eingebettete Längsschnittbeobachtung.

Der erste Studienteil gab Aufschluss über das Ausmaß der Bleibelastung bei einer repräsentativ ausgewählten Gruppe junger Frauen (Nichtraucherinnen, 20 bis 30 Jahre, seit mehr als einem Jahr in dem Untersuchungsgebiet wohnhaft, nicht schwanger oder stillend) und darüber ob ein Zusammenhang zwischen Blei im Blut und im Trinkwasser besteht. Im Herbst 1999 wurden als Vollerhebung 2580 Frauen angeschrieben. Die Rückmeldung lag bei etwa 10%. 248 Frauen ließen sich Blut entnehmen, füllten drei Trinkwasserproben in gelieferte Probegefäße (Standwasser am Morgen, Frischwasser nach ablaufen lassen und Kochwasser im Laufe des Tages) und füllten einen Fragebogen aus. Die Teilnehmerinnen waren im Mittel 27,6 Jahre alt und überwiegend berufstätig. Sie wiesen mit 79% Abiturientinnen einen überdurchschnittlich hohen Bildungsstand auf.

Alle in der Studie gemessenen Blutbleikonzentrationen lagen unter dem Referenzwert der Kommission für Human-Biomonitoring beim Umweltbundesamt von 100 µg/l (HBM I Wert). Der Median des Gesamtkollektivs (n=248) betrug 28 µg/l (95. Perzentil 57 µg/l), in der Teilgruppe ohne Blei im Trinkwasser 24 (50) µg/l und in der Teilgruppe mit bleihaltigem Trinkwasser 31 (66)µg/l.

Frauen mit Bleigehalten im Trinkwasser gleich oder über dem künftigen Grenzwert von 10 µg/l (n=117) wiesen signifikant höhere Blutbleiwerte auf als die übrigen Teilnehmerinnen. Bei gleichzeitiger Betrachtung mehrerer Variablen (multiple Regression) beeinflussten die berechnete, über Trinkwasser zugeführte Bleimenge sowie das Alter und der Weinkonsum den Blutbleigehalt positiv signifikant. Mit steigendem Milchkonsum erniedrigten sich die Blutbleigehalte. Wichtigste Einflussgröße war die Bleizufuhr über Trinkwasser.

In 57% aller Haushalte war mindestens eine Trinkwasserprobe bleihaltig (Nachweisgrenze 5 µg/l). In Häusern mit Baujahr vor 1945 war Blei am häufigsten. Der künftige Grenzwert von 10 µg/l wurde in 43% aller Standwasser-, in 32% aller Kochwasser- und in 18% aller Frischwasserproben überschritten. Der höchste Bleigehalt von 330 µg/l (Kochwasser) beträgt ein Vielfaches des für den dauerhaften Konsum festgelegten künftigen Grenzwertes von 10 µg/l.

Kenntnisse über Bleileitungen waren wenig verbreitet. Dreiviertel der Frauen mit Bleiinstallationen in ihren Wohnungen wussten davon nicht. Nur 7% der Probandinnen fühlten sich über die Qualität ihres Trinkwassers ausreichend informiert.

Der zweite Teil der Studie diente einer Überprüfung gebräuchlicher Empfehlungen der BAGS zur Verminderung der Bleiaufnahme mit Trinkwasser. Geprüft werden sollte, ob und in welchem Umfang sich durch Minimieren und Meiden von bleihaltigem Trinkwasser der Blutbleispiegel senken lässt. Dazu wurden Teilnehmerinnen des ersten Studienteils, deren Trinkwasser bleihaltig war, nach dem Zufallsprinzip auf zwei Interventionsgruppen aufgeteilt::

1. Die Gruppe „Mindern“ sollte Trinkwasser erst nach dem Ablaufen lassen verwenden.
2. Die Gruppe „Meiden“ erhielt stilles Wasser, was den Austausch von Bleileitungen simulieren sollte.

Im zweiten Studienteil nahmen 33 Probandinnen an der Interventionsgruppe „Meiden“ teil und 19 in der Interventionsgruppe „Mindern“. Die Gruppen unterschieden sich weder im Alter noch in den vor der Intervention bestimmten mittleren Bleigehalten in Trinkwasser und Blut.

Der mittlere Blutbleigehalt lag nach der Intervention von etwa 11 Wochen signifikant niedriger als zu Beginn, er sank von 31 µg/l auf 22 µg/l. In der „Meiden“-Gruppe, die den Austausch von Bleileitungen simulierte, verringerte sich der Median des Blutbleiwertes um 41%, in der „Mindern“-Gruppe um 24%. Die individuellen Blutbleigehalte (vorher- nachher) sanken durch die Interventionsmaßnahmen im Median um 11µg/l. Die Abnahme ist hochsignifikant.

Beide Interventionsgruppen beachteten überwiegend die Interventionsanweisungen. Während die „Meiden“-Gruppe zu über 90 % immer oder häufig dem gewünschten Verhalten folgte, gelang dies in der „Mindern“-Gruppe nur zu 76%. 82% der Frauen fanden Nutzung von stillem Wasser oder das Ablaufen lassen während der Studie gut bis sehr gut praktikabel. Die Umsetzung auf Dauer jedoch wurde in beiden Gruppen schlechter beurteilt. 28 % der Frauen hielten die Möglichkeit, die Bleizufuhr langfristig durch die vorgeschlagen Verhaltensstrategien zu verringern, für schlecht durchführbar.

Der künftige Trinkwasserwert ist nach den Ergebnissen der Studie in Häusern mit Bleileitungen nicht sicher einzuhalten. Die auf die Dauer als schlecht eingeschätzte Praktikabilität, das Wasser ablaufen zu lassen, verbunden mit der häufigen Überschreitung des künftigen Trinkwassergrenzwertes, betonen die Notwendigkeit, die Bleiproblematik präventiv umfassend zu behandeln. Gesundheitliche Risiken durch die Bleiaufnahme über Trinkwasser könnten durch den Ersatz von Bleileitungen verhindert werden.

13 Literatur

- [1] World Health Organization. Guidelines for drinking-water quality. Geneva: WHO, 1996.
- [2] Richtlinie des Rates vom 8. November 1998 über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft L 330 1998; 41(5. Dez.):32-53.
- [3] Entwurf einer Verordnung zur Novellierung der Trinkwasserverordnung. 11-1-2001. Unveröffentlichter Entwurf
- [4] Riskante Rohre. test 1998;(12):90-92.
- [5] Kommission Human-Biomonitoring des Umweltbundesamtes. Stoffmonographie Blei: Referenz- und Human-Biomonitoring-Werte (HBM), Bundesgesundheitsblatt 1996;(6):236-241.
- [6] Nielsen JB, Grandjean P, Jorgensen PJ. Predictors of blood lead concentrations in the lead-free gasoline area. Scandinavian Journal of Work, Environment and Health 1998; 24(2):153-156.
- [7] Banks EC, Ferreti LE, Shucard DW. Effects of Low Level Lead Exposure on Cognitive Function in Children: A Review of Behavioral, Neuropsychological and Biological Evidence. Neurotoxicology 1997; 18(1):237-282.
- [8] Bellinger D, Leviton A, Wateraux C, Needleman H, Rabinowitz M. Longitudinal Analyses of Prenatal and Postnatal Lead Exposure and Early Cognitive Development. The New England Journal of Medicine 1987; 316:1037-1043.
- [9] Needleman HL, Gatsonis CA. Low-level lead exposure and the IQ of children. JAMA 1990; 263(5):673-678.
- [10] Winneke GA, Brockhaus A, Ewers U, Krämer U, Neuf M. Results from the European multicenter study on lead neurotoxicity in children: Implications for risk assessment. Neurotoxicology and Teratology 1990; 12(5):553-559.
- [11] Goyer RA. Results of lead research: Prenatal exposure and neurological consequences. Environ Health Perspect 1996; 104(10):1050-1054.
- [12] Hernandez-Avila H, Sanin LH, Romieu LH, Palazuelos E, Tapia-Conyer R, Olaiz G et al. Higher milk intake during pregnancy is associated with lower maternal and umbilical cord lead levels in postpartum woman. Environ Res Sect A 1997; 74:116-121.
- [13] Lagerkvist BJ, Ekesrydh S, Enghyst V, Nordberg GF, Söderberg HÅ, Wiklund DE. Increased Blood Lead and Decreased Calcium Levels during Pregnancy: A Prospective Study of Swedish Women Living near a Smelter. Am J Public Health 1996; 86:1247-1252.
- [14] Weyermann M, Brenner H. Factors affecting bone demineralization and blood lead levels of postmenopausal women - A population-based study from Germany. Environ Res Sect A 1998; 76:19-25.
- [15] Rothenberg SJ, Karchmer S, Schnaas L, Perroni E, Zea F, Alba JF. Changes in Serial Blood Lead Levels During Pregnancy. Environ Health Perspect 1994; 102(10):876-880.
- [16] Rothenberg SJ, Manalo M, Jiang J, Khan F, Cuellar R, Reyes S et al. Maternal Blood Lead Level During Pregnancy in South Central Los Angeles. Arch Environ Health 1999; 54(3):151-157.
- [17] Wietlisbach V, Rickenbach M, Berode M, Guillemin M. Time Trend and Determinants of Blood Lead Levels in a Swiss Population over a Transition Period (1984-1993) from Leaded to Unleaded Gasoline Use. Environ Res Sect A 2000; 68:82-90.

- [18] Krause C, Chutsch M, Henke M, Huber M, Kliem C, Schulz C et al. Studienbeschreibung und Humanbiologisches Monitoring. Berlin: 1989.
- [19] Krause C, Babisch W, Becker K, Bernigau W, Hoffmann K, Nöllke P et al. Studienbeschreibung und Humanbiologisches Monitoring: Deskription der Spurenelementgehalte in Blut und Urin der Bevölkerung der Bundesrepublik Deutschland. Berlin: 1996.
- [20] Seibert M. 2000, telefonische Mitteilung
- [21] Ewers U, Brockhaus A, Dolgner R, Freier I, Turfeld M, Engelke R et al. Blutblei- und Blutcadmiumkonzentrationen bei 55-65jährigen Frauen aus verschiedenen Gebieten Nordrhein-Westfalens – Entwicklungstrends 1982 – 1988. Zbl Hyg 1990; 189:405-418.
- [22] Changes in environmental exposure to lead. Weekly Epidemiological Record 1991; 19:137-138.
- [23] Ranft U. Bericht über die Abteilung Umweltepidemiologie und Biomonitoring. Jahresbericht des Medizinischen Instituts für Umwelthygiene 1999;61-70.
- [24] Fromme H, Beyer A, Meusel K, Baudisch H, Laue W. Untersuchung zur Belastung der Berliner Bevölkerung mit aromatischen Kohlenwasserstoffen und Schwermetallen im Rahmen einer Studie zu den gesundheitlichen Auswirkungen des Kfz-Verkehrs. Gesundheitswesen 1997; 59:512-518.
- [25] Daten zur Umwelt. 6 ed. Berlin: Erich Schmidt Verlag, 1997.
- [26] Bernigau W, Becker K, Hoffmann K, Krause C, Friedrich C, Schulz C et al. Zusammenhangsanalyse. Berlin: 2000.
- [27] Watt GC, Britton A, Gilmour HG, Moore MR, Murray GD, Robertson SJ. Public health implications of new guidelines for lead in drinking water: case study in an area with historically high water lead levels. Food and Chemical Toxicology 2000; 38(1 Suppl):73-79.
- [28] Müller L, Dieter HH. Blei im Trinkwasser - zur Festlegung eines neuen Grenzwertes und zur Problematik von Bleirohren. Gesundheitswesen 1993; 55:514-520.
- [29] Weyermann M, Brenner H. Alcohol consumption and smoking habits as determinants of blood lead levels in population sample from Germany. Arch Environ Health 1997; 52(3):233-239.
- [30] Weinverordnung (Fassung der Bekanntmachung vom 28. August 1998). Bundesgesetzblatt 1998; 2609.
- [31] Marquardt H, Schäfer SG. Lehrbuch der Toxikologie. Mannheim: B-I Wissenschaftsverlag, 1994.
- [32] Rothenberg SJ, Khan F, Manalo M, Jiang J, Cuellar R, Reyes S et al. Maternal Blood Lead Contribution to Blood Lead during and after Pregnancy. Environ Res Sect A 2000; 82:81-90.
- [33] Gulson BL, Jamesson CW, Mahaffey KR, Mizon KJ, Korsch MJ, Vimpani GV. Pregnancy invreases mobilization of lead from maternal skeleton. J Lab Clin Med 1997; 130:51-62.
- [34] Arbeitsgruppe Risikoabschätzung und -bewertung in der Umwelthygiene. Standards zur Expositionsabschätzung. Hamburg: Behörde für Arbeit, Gesundheit und Soziales, 1995.
- [35] Deutsche Gesellschaft für Ernährung e.V. Ernährungsbericht. Frankfurt: 1996.
- [36] Spatz J. Blei im Trinkwasser. Die Berliner Ärztekammer 1986; 23(2):68-76.

- [37] Arts W, Bretschneider HJ, Michalke C, Neemeyer R. Untersuchungen zum Bleieintrag in Trinkwasser durch Bleiinstallationen in Berliner Altbauhäusern. Wasser und Abwasser 1987; 128(11):591-596.
- [38] Betke K, Künzer W. Lehrbuch der Kinderheilkunde. 5. ed. Stuttgart: Gerorg Thieme Verlag, 1984.
- [39] Thefeld W. Verbreitung der Herz-Kreislauf-Risikofaktoren Hypercholestinämie, Übergewicht, Hypertonie, und Rauchen in der Bevölkerung. Bundesgesundheitsblatt 1999; 43(6):415-423.

14 Tabellenverzeichnis

<u>Tab. 1:</u> Externe Kontrolle der Analytik: Blei im Blut	25
<u>Tab. 2:</u> Externe Kontrolle der Analytik: Blei im Trinkwasser	26
<u>Tab. 3:</u> Dokumentationsstruktur	27
<u>Tab. 4:</u> Altersverteilung der Teilnehmerinnen	30
<u>Tab. 5:</u> Schulabschlüsse der Teilnehmerinnen der Studie (n=248) und in Hamburg 1999	30
<u>Tab. 6:</u> Geschätztes Baujahr des Hauses und Bleinachweis im Trinkwasser ($\mu\text{g/l}$)	31
<u>Tab. 7:</u> Kenntnisse über das Material der Trinkwasserleitungen (n=70)	32
<u>Tab. 8:</u> Kreuztabelle zur Nennung von Leitungsmaterialien und Blei im Trinkwasser	32
<u>Tab. 9:</u> Angaben zur Frage, wer über die Trinkwasserqualität informieren soll (n=248)	33
<u>Tab. 10:</u> Nutzungsart- und häufigkeit von Trinkwasser	34
<u>Tab. 11:</u> Trinkwassermengen (Liter pro Tag), die zu Hause oder andernorts getrunken wurden	34
<u>Tab. 12:</u> Untersuchungen auf Blei im Trinkwasser ($\mu\text{g/l}$) der Hamburger Studie (n=248, jeweils 3 Proben)	37
<u>Tab. 13:</u> Untersuchungen aus der Untersuchungsregion auf Blei im Trinkwasser ($\mu\text{g/l}$) der Hamburger Trinkwasserdatenbank (1990 – 1999)	37
<u>Tab. 14:</u> Blei im Trinkwasser, wenn Blei mindestens in einer von drei Proben (Stand-, Koch- und Frischwasser) nachweisbar war (n=142, jeweils 3 Proben)	39
<u>Tab. 15:</u> Bleikonzentration ($\mu\text{g/l}$) im Blut: Gesamt- und Teilgruppen mit und ohne Blei im Trinkwasser	40
<u>Tab. 16:</u> Korrelation und Signifikanz zwischen der Bleikonzentration in Blut und in Trinkwasser (Mittelwert aus Stand-, Koch- und Frischwasser)	41
<u>Tab. 17:</u> Zusammenhangsmaße zwischen häuslichem Trinkwasserkonsum und Bleispiegel im Blut in der Teilgruppe mit Blei im Trinkwasser	42

<u>Tab. 18:</u> Expositionsindikator: geschätzte Bleiaufnahme über Trinkwasser ($\mu\text{g}/\text{d}$) für die Gesamtgruppe (häuslicher Trinkwasserkonsum (l/d) x mittlerer Bleigehalt im Trinkwasser ($\mu\text{g}/\text{l}$))	43
<u>Tab. 19:</u> Zusammenhangsmaße zwischen Bleikonzentration im Blut ($\mu\text{g}/\text{l}$) und Bleiexposition ($\mu\text{g}/\text{d}$) in der Gesamtgruppe	44
<u>Tab. 20:</u> Zusammenhangsmaße zwischen Ernährungsgewohnheiten und Blutbleispiegel	45
<u>Tab. 21:</u> Zusammenhangsmaße zwischen Logarithmus der Bleikonzentration im Blut, des Weinkonsums und dem Alter der Teilnehmerinnen	46
<u>Tab. 22:</u> Variablen der multiplen Regressionsmodelle	47
<u>Tab. 23:</u> Multiple Regression für den gemessenen Bleigehalt im Blut (\ln) in der Gesamtgruppe ($n=248$), gruppiert nach den Einflussgrößen Alter, Bleiexposition über Trinkwasser, Wein- sowie Milchkonsum	47
<u>Tab. 24:</u> Multiple Regression für die gemessenen Bleigehalte im Blut (\ln) in der Gruppe mit Blei im Trinkwasser ($n=142$), gruppiert nach den Einflussgrößen Alter, Bleiexposition über Trinkwasser, Wein- sowie Milchkonsum	48
<u>Tab. 25:</u> Altersvergleich der beiden Interventionsgruppen (Jahre)	52
<u>Tab. 26:</u> Urlaubsdauer in Abhängigkeit von der Interventionsgruppe	55
<u>Tab. 27:</u> Blei im Trinkwasser ($\mu\text{g}/\text{l}$) der Interventionsgruppen: Gruppe Meiden ($n=33$)	55
<u>Tab. 28:</u> Blei im Trinkwasser ($\mu\text{g}/\text{l}$) der Interventionsgruppen: Gruppe Mindern ($n=19$)	55
<u>Tab. 29:</u> Blei im Blut ($\mu\text{g}/\text{l}$) vor der Intervention in den beiden Interventionsgruppen	56
<u>Tab. 30:</u> Blei im Blut ($\mu\text{g}/\text{l}$) vor und nach der Intervention ($n=52$) in beiden Interventionsgruppen	57
<u>Tab. 31:</u> Individuelle Veränderung der Bleiwerte im Blut durch die Intervention ($n=52$)	58
<u>Tab. 32:</u> Blei im Blut ($\mu\text{g}/\text{l}$) nach der Intervention für die beiden Interventionsgruppen	59

15 Abbildungsverzeichnis

<u>Abb. 1:</u> Ergebnisse von Bleimessungen im häuslichen Trinkwasser von 02.01.1990 – 30.09.1998, (n=6252), Hamburger Trinkwasserdatenbank	11
<u>Abb. 2:</u> Mittelwert der Bleimessungen im häuslichen Trinkwasser, 04.01.1990 – 30.09.1999 (n=6252), Hamburger Trinkwasserdatenbank	12
<u>Abb. 3:</u> Fließdiagramm Intervention	20
<u>Abb. 4:</u> Beteiligung an der Studie „Bleibelastung durch Trinkwasser“, Hamburg, 1999	29
<u>Abb. 5:</u> Berufstätigkeit der Teilnehmerinnen	30
<u>Abb. 6:</u> Wohndauer der Teilnehmerinnen (n=248)	31
<u>Abb. 7:</u> Verteilung des zu Hause getrunkenen Wassers (Histogramm für den häuslichen Trinkwasserkonsum, Gesamtkollektiv, n=248)	35
<u>Abb. 8:</u> Häufigkeiten der gemessenen Bleikonzentrationen im Trinkwasser (n=248)	36
<u>Abb. 9:</u> Gegenüberstellung der Mittelwerte der Studie und der Teilmenge der Hamburger Trinkwasserdatenbank aus der Untersuchungsregion	38
<u>Abb. 10:</u> Verteilung der Bleikonzentrationen im Blut ($\mu\text{g/l}$) (n=248)	40
<u>Abb. 11:</u> Zusammenhang zwischen Blei im Blut und im Trinkwasser bei Frauen, deren Trinkwasser in mindestens einer Probe (Stand-, Koch- oder Frischwasser) Blei enthält (n=142)	42
<u>Abb. 12:</u> Verteilung des Expositionsindikators: geschätzte Bleiaufnahme über Trinkwasser ($\mu\text{g/d}$) (häuslicher Trinkwasserkonsum (l/d) x mittlerer Bleigehalt im Trinkwasser ($\mu\text{g/l}$))	43
<u>Abb. 13:</u> Streudiagramm des Logarithmus der Bleikonzentration im Blut und der Bleiexposition ($\mu\text{g/d}$) (n=248)	44
<u>Abb. 14:</u> Ablauf der Intervention	51
<u>Abb. 15:</u> Einschätzung der Praktikabilität für die Dauer der Studie	53
<u>Abb. 16:</u> Einschätzung der Praktikabilität als dauerhafte Maßnahme	54
<u>Abb. 17:</u> Blutbleiwerte vor der Intervention	56
<u>Abb. 18:</u> Box-Plot der Bleiwerte im Blut ($\mu\text{g/l}$) vor und nach Intervention, alle Teilnehmerinnen (n=52)	57
<u>Abb. 19:</u> Individuelle Veränderung des Bleispiegels im Blut durch die Intervention ($\mu\text{g/l}$)	58
<u>Abb. 20:</u> Änderung der Bleikonzentration im Blut im Vergleich der beiden Interventionsgruppen	59

16 Abkürzungen

Abb.	=	Abbildung
BAGS	=	Behörde für Arbeit, Gesundheit und Soziales
d	=	Tag
KG	=	Körpergewicht
EpilInfo	=	EpilInfo 6.04b 1997; Epidemiologisches Computerprogramm der World Health Organisation (WHO) und des Center of Disease Control (CDC)
GUT	=	Gesundheits- und Umwelt-Treff
HBM	=	Humanbiomonitoring
ID	=	Identifikationsnummer
µg/l	=	Mikrogramm pro Liter (1 000 000 µg = 1Gramm)
PTWI-Wert	=	provisional tolerable weekly intake für die wöchentliche duldbare Aufnahme von Blei gilt die vorläufige Empfehlung der WHO von 0,025 mg Blei/kg Körpergewicht
Tab.	=	Tabelle

17 Anhang

1. Selbstdarstellung des Gesundheits- und Umwelt-Treffs (GUT) in Eimsbüttel
2. Anschreiben an die ausgewählten Frauen
3. Anleitung zur Entnahme von Trinkwasserproben
4. 1. Fragebogen
5. Antwortschreiben nach erstem Studienteil
6. Informationen für die Interventionsgruppe "Meiden"
7. Umgang mit Problemen während der Studie
8. Karte der Untersuchungsregion
9. Jahresmittelwerte 1999 des Wasserwerkes Stellingen
10. 2. Fragebogen (Intervention)
11. Informationen für den Austausch von Bleileitungen

Anhang

Anlage 1: Selbstdarstellung des „GUT“ in Eimsbüttel

Mitten im Stadtteil Eimsbüttel, in der Lappenbergsallee 32, liegt der Gesundheits- und Umwelt – Treff „GUT“. Dort befinden sich die lokale Agenda 21 und die Gesundheitsförderung sowie eine Außenstelle der bezirklichen Mütterberatung unter einem Dach.

Im Sinne der „leichten Erreichbarkeit“ und einer bürgerfreundlichen und niederschweligen Serviceleistung wird hier den Eimsbüttler Bürgern eine Anlaufstelle und Begegnungsstätte geboten. Im „GUT“ können sie zwanglos an verschiedenen Veranstaltungen und Aktionen zu Themen aus den Bereichen Umwelt und Gesundheit teilnehmen und wechselnde Ausstellungen besuchen. In der Regel werden jeden Monat ein bis zwei Schwerpunktthemen behandelt. Darüber hinaus ist der GUT auch Treffpunkt für Selbsthilfegruppen, Korkensammelstelle und bietet z.B. Organspendeausweise oder Bauanleitungen für Nistkästen an.

Aber man findet auch ein offenes Ohr für ganz persönliche und private (Gesundheits-) Probleme und eine Beratung beziehungsweise Hilfestellung für den nächsten Schritt zur Genesung. Manchmal müssen erst Recherchen angestellt werden, bevor schwierige Anfragen zufriedenstellend beantwortet werden können. Hin und wieder wird ein Ratsuchender auch an andere kompetente Ansprechpartner oder Beratungsstellen weiter verwiesen.

Die persönlichen und telefonischen Informations- und Beratungsgespräche umfassen eine Vielfalt von Themen aus den Bereichen Gesundheit, Umwelt und Soziales. Offenbar besteht durchaus ein deutlicher Bedarf an Gesundheitsberatung und -information, wobei nicht nur eine allgemeine Auskunft, sondern oft auch die Möglichkeit zu einem sehr persönlichen, auf die individuelle Situation zugeschnittenen ärztlichen Gespräch gesucht wird.

Auch das Bewusstsein, dass menschliche Gesundheit und eine gesunde Umwelt Hand in Hand gehen, wächst in der Bevölkerung zusehends. So beziehen sich viele Anfragen auf den Umweltschutz und umweltmedizinische Themen, oder die Interessenten möchten selbst aktiv am Prozess der Agenda 21 teilhaben. Hier bestehen vielerlei Möglichkeiten zur Vernetzung und sinnvollen Partizipation.

Der Grundgedanke der Agenda 21, Gesundheit, Umwelt und soziokulturelles Wohlergehen untrennbar miteinander verknüpft, wird im GUT im Ansatz verwirklicht. Bisher hat sich dieses Konzept als erfolgreich erwiesen.

Der „GUT“ ist ein Kooperationsprojekt des Bezirksamts Eimsbüttel (Gesundheits- und Umweltamt), der einfal GmbH und der Schutzgemeinschaft Deutscher Wald e.V. (SDW). Gefördert wird das Projekt von der Behörde für Arbeit, Gesundheit und Soziales (BAGS) und vom Arbeitsamt Hamburg.

Anlage 2: Anschreiben an die ausgewählten Frauen

Bleibelastung durch Trinkwasser

Sehr geehrte Frau,

in Ihrem Stadtteil befinden sich in einigen Häusern noch Trinkwasserleitungen aus Blei. Dieses Schwermetall kann sich aus den Leitungen lösen und die Qualität ihres Trinkwassers verschlechtern. Wir führen in den nächsten Wochen in Eimsbüttel eine Untersuchung zum Thema „Bleibelastung durch Trinkwasser“ durch und möchten Sie bitten mitzumachen.

Blei kann Einfluss auf die Gesundheit haben. Es wird im Körper vor allem im Knochen gespeichert und ist in dieser Form für Erwachsene meist ohne direkte gesundheitliche Auswirkung. Es kann jedoch von dort wieder herausgelöst werden. Bei einer Schwangerschaft zum Beispiel wird ein Teil des gespeicherten Bleis freigesetzt und gelangt über das Blut zum ungeborenen Kind, das empfindlicher darauf reagiert als Erwachsene.

Wir bieten Ihnen kostenlos an:

- * die Untersuchung Ihres Trinkwassers auf Blei. Wir stellen Ihnen das schriftliche Analyseresultat zur Verfügung.
- * eine Bestimmung Ihres persönlichen Blutbleispiegels, der für Sie medizinisch bewertet wird.
- * eine Beratung und weitere Hilfestellungen im Falle von erhöhten Bleiwerten im Blut oder Trinkwasser.

Mitmachen können Sie, wenn Sie...

- Nichtraucherin sind (oder seit mindestens sechs Monaten nicht mehr rauchen) *und*
- nicht schwanger sind *und*
- in den letzten sechs Monaten nicht gestillt und kein Kind geboren haben.

Denn Rauchen, Schwangerschaft und Stillzeit können den Bleiwert im Blut verändern.

Wenn Sie teilnehmen möchten, bitten wir Sie.

- einen Fragebogen auszufüllen, der Angaben zu Ihrer Person, Ihrer Wohnung und Ihren Verbrauchsgewohnheiten von Trinkwasser und Lebensmitteln beinhaltet. Wir möchten die Angaben aller Teilnehmer statistisch auswerten.
- sich durch uns Blut entnehmen zu lassen.
- Gefäße mit Trinkwasser zu füllen und zur Blutentnahme mitzubringen. Die Gefäße für die Probenahme bekommen Sie von uns.

Wenn die Trinkwasser- und die Blutuntersuchung unauffällig sind, erhalten Sie von uns eine schriftliche Information mit Ihren Ergebnissen. Es werden dann keine weiteren Untersuchungen oder Anfragen auf Sie zukommen.

Wenn die Blei-Werte im Blut oder im Trinkwasser erhöht sind, dann...

- bieten wir Ihnen Beratung und weitere Hilfestellungen an zur Verbesserung des Bleiwertes.
- befragen wir Sie zu Ihren Erfahrungen mit unseren Empfehlungen.
- möchten wir nach etwa 8-10 Wochen Ihr Blut noch einmal auf Blei untersuchen, um zu sehen, wie sich die empfohlenen Maßnahmen ausgewirkt haben.
- helfen wir Ihnen herauszufinden, ob vielleicht eine andere Bleiquelle als das Trinkwasser verantwortlich ist.

Ihre Adresse hat das Amt für das zentrale Melderegister nach dem Zufallsprinzip herausgesucht. Ihre Angaben werden ausschließlich für diese Studie verwendet und nicht an Dritte weitergegeben. Nach Abschluss der Studie werden Ihre persönlichen Daten gelöscht und ihre Angaben anonymisiert. Eine Zuordnung zu Ihrer Person ist dann nicht mehr möglich.

Bitte rufen Sie uns an oder senden Sie die beiliegende Antwortpostkarte ab, wenn Sie mitmachen möchten. Ihre Teilnahme ist selbstverständlich freiwillig und kostenlos!

Wenn Sie noch Fragen haben, wenden Sie sich gerne und ohne Umschweife an uns (Telefonnummer: 42848-2050)!

Mit freundlichem Gruß

Dr. Dorothee Dengler

(Fachärztin für Allgemeinmedizin/ Umweltmedizin)

Anlage: Antwortpostkarte

Anlage 3: Anleitung zur Entnahme von Trinkwasserproben

Wie entnehmen Sie die Trinkwasserproben?

Wir freuen uns, dass sie sich entschlossen haben, an unserem Untersuchungsprogramm „Bleibelastung durch Trinkwasser“ teilzunehmen. Wir bitten Sie, Proben Ihres Trinkwassers in die beiliegenden Flaschen abzufüllen. Dabei ist es ganz wichtig, dass Sie diese Anleitung lesen und die Flaschen nach dem beschriebenen Verfahren füllen.

Sie haben drei Flaschen erhalten. Diese Flaschen sind mit einem Aufkleber versehen worden, der neben Ihrer persönlichen Kennung die Aufschrift

Standwasser oder Frischwasser oder Kochwasser

enthält. Wir bitten Sie, genau wie unten beschrieben in jede dieser Flaschen zu Trinkwasser zu füllen.

Bitte wählen Sie den Wasserhahn aus, aus dem Sie auch trinken bzw. aus dem Sie Ihr Kaffee oder Teewasser entnehmen.

- *1. Probe: Standwasser*

Das Standwasser ist Wasser, das lange in einer Wasserleitung gestanden hat. In diese Flasche füllen Sie bitte Wasser, das über Nacht in Ihrer Leitung gestanden hat.

- *2. Probe: Frischwasser*

Das Frischwasser ist Wasser, das nur kurz in Ihrer Wasserleitung gestanden hat. Lassen Sie bitte Ihr Trinkwasser ca. 3 Minuten ablaufen, bis die Temperatur gleichmäßig kalt ist. Dann entnehmen Sie die Frischwasserprobe.

- *3. Probe: Kochwasser*

Das Kochwasser ist Wasser, das Sie zum Kochen benutzen würden. Füllen Sie also einfach diese Flasche zur Mittagszeit mit Trinkwasser

Das war schon alles. Bitte bringen Sie die Flaschen und den ausgefüllten Fragebogen mit zum ersten Beratungs- und Blutentnahmetermin.

Vielen Dank!

Achtung: In den Flaschen befindet sich Säure. Öffnen Sie die Flaschen nur unmittelbar, bevor Sie Ihr Trinkwasser zur Probenentnahme abfüllen. Bewahren Sie die Flaschen an einem vor Kinderhänden sicheren Ort auf.

Sollte dennoch etwas Säure auf Ihre Haut oder Ihre Kleidung gelangt sein, waschen Sie diese mit viel Wasser aus.

Anlage 4: 1. Fragebogen



Fragebogen für die Studie „Bleibelastung durch Trinkwasser“

Wir freuen uns, dass Sie sich dazu bereit erklärt haben, an unserer Studie teilzunehmen. Zum Ausfüllen des Fragebogens benötigen Sie circa 10 Minuten.

Angaben zu Ihrer Wohnung bzw. Ihrem Haus

1. Seit wann bewohnen Sie Ihre jetzige Wohnung oder Ihr Haus?

Seit 19

2. Wann wurde das Haus, in dem Sie wohnen, fertiggestellt?

Wenn Sie es nicht genau wissen, schätzen Sie bitte.

vor 1945

zwischen 1945 und 1965

nach 1965

Trinkwasserversorgung und -verbrauch sowie Ernährungsgewohnheiten

3. Aus welchem Material bestehen die Wasserrohre in Ihrer Wohnung/Haus?

Mehrfachnennungen sind möglich.

Kupfer

Kunststoff

verzinktes Stahlrohr

Blei

Nicht bekannt

4. Seit wann ist Ihnen das Material der Wasserleitungen in Ihrer Wohnung oder in Ihrem Haus bekannt ?

Seit: Jahr 19

5. Sind nach in den letzten Jahren Veränderungen an den Wasserrohren Ihrer Wohnung oder Ihres Hauses vorgenommen worden?

Nein

Ja, und zwar wurden ehemalige Bleirohre abgeschafft

Nicht bekannt

6. Haben sich Ihre Trinkwassergewohnheiten in den letzten drei Monaten geändert?

Nein

Ja

wenn ja wie? _____

7. Bitte geben Sie uns folgende Information zur alltäglichen Nutzung des Leitungswassers in Ihrem Haushalt (zum Trinken, Kochen, zur Tee/Kaffeezubereitung):

Bitte beachten Sie, dass in jeder Zeile ein Kästchen angekreuzt werden muss.

		nie	selten	häufig	immer
1.	Ich nutze Leitungswasser zum Kochen				
2.	Ich nutze Leitungswasser als Trinkwasser, <u>ohne</u> , dass ich vorher Wasser ablaufen lasse				
3.	nachdem ich vorher Wasser ablaufen ließ				
4.	nachdem es durch einen Wasserfilter lief				
5.	Ich nutze abgepacktes Wasser oder Tafel/Mineralwasser				
Besonderheiten: _____					

8. Zur Schätzung, wie viel Leitungswasser Sie im Durchschnitt an einem Tag zu sich nehmen, bitten wir Sie um die folgenden Angaben:

Unterscheiden Sie dabei bitte jeweils zwischen Wasser aus Ihrer Haushaltsleitung und Wasser aus anderen Leitungen und denken Sie an Ihren Verbrauch an einem normalen Werktag.

	Wasser aus Ihrer Haushaltsleitung	Wasser aus anderen Leitungen
1. Anzahl der Tassen (125 ml) Kaffee und Tee <i>1 Becher Tee oder Kaffee entspricht 2 Tassen</i>	_____	_____
2. Anzahl der Gläser (150 ml) Leitungswasser pur oder daraus hergestelltes Mineralwasser	_____	_____
3. Anzahl der Teller (250 ml) Suppe	_____	_____

9. Wie häufig nehmen Sie folgende Nahrungsmittel bzw. Getränke zu sich?

Bitte denken Sie an die letzten Wochen.

	Täglich	Mehrmals der Woche	in Ca. einmal der Woche	Selten oder nie
1.	Milch (einschl. Buttermilch, Sauermilch)			
2.	Quark, Joghurt, Kefir, Frischkäse			

		Täglich	Mehrmals der Woche	in	Ca. einmal der Woche	in	Selten oder nie
3.	Käse (Schnitt-, Weich-, Hartkäse)						
4.	Milchprodukt-haltige Desserts (Pudding, Sahne, Eiscreme)						
5.	Calcium-angereicherte Säfte bzw. Mineralwasser						
6.	Kaffee, Tee						
7.	Wein						
8.	Bier						
9.	Hochprozentige Getränke						

10. Wie ernähren Sie sich sonst zur Zeit ?

Normal gemischt

Vegetarisch

Schonkost oder Diät, und zwar _____

Angaben über die Medikamenteneinnahme

11. Nehmen Sie regelmäßig Medikamente ein?

Denken Sie bitte auch an Vitamin- bzw. Mineralpräparate, Abführmittel und Schwangerschaftsverhütung.

Nein

Ja

12. Wenn ja, welche Medikamente nehmen Sie regelmäßig ein?

Schreiben Sie bitte den Namen des Medikaments, die Dosierung und die Menge auf.

Angaben zu Ihrer Person

13. Wann sind Sie geboren?

__ __ Monat __ __ Jahr

14. Haben Sie Kinder geboren?

Nein

Ja

1. Kind __ __ Monat __ __ Jahr

2. Kind __ __ Monat __ __ Jahr

3. Kind __ __ Monat __ __ Jahr

4. Kind __ __ Monat __ __ Jahr

15. Welchen Schulabschluss haben Sie?

Wenn Sie mehrere Abschlüsse haben, nennen Sie nur den höchsten!

Hauptschulabschluss

Realschulabschluss (Mittlere Reife)

Fachhochschulreife

Abitur, allgemeine oder fachgebundene Hochschulreife

keinen Schulabschluss

16. Sind Sie zur Zeit berufstätig?

Ja Vollzeit Teilzeit

Nein

17. Falls Sie berufstätig sind: Gibt es an Ihrem Arbeitsplatz Trinkwasserrohre aus Blei?

- Nein
- Ja
- Nicht bekannt

18. Haben oder hatten Sie in der Vergangenheit eine berufliche Bleibelastung?

Ja, z.B. als Arbeiterin in der Glas- Keramik- oder Kunststoffindustrie, einer Akkumulatorenfabrik, im Bleiabbau, Verhüttung, Gießerei, als Emailliererin, als Lötlerin oder ein anderer Beruf mit Bleibelastung

Nein, keine berufliche Bleibelastung

19. Üben oder übten Sie in der Vergangenheit ein Hobby aus, das zu einer Bleibelastung beitragen könnte?

Ja, z.B. Töpfern, Umgang mit evtl. bleihaltigen Glasuren und Farben, Schießsport, Basteln von Tiffany-Lampen oder anderes Hobby mit Bleibelastung

Nein, keine Hobbies mit Bleibelastung

Informationen über die Trinkwasserqualität

20. Fühlen Sie sich über die Qualität Ihres Leitungswassers ausreichend informiert?

- Ja
- ^
- Nein

21. Mit wem haben Sie schon mal über Ihr Trinkwasser gesprochen?

- Eigentümer (Vermieter) oder Verkäufer des Hauses
- Hamburger Wasserwerke
- öffentliche Gesundheitsdienst (Gesundheitsamt)
- Nachbarn, Vormieter, Freunde, Familie, Kollegen
- Verbraucherzentrale, private Umweltberater
- im Einzelhandel, z.B. beim Kauf eines Wasserfilters
- Apotheker und Ärzte, Hebammen
- Handwerker, z. B. Klempner

22. Wer sollte Ihrer Meinung nach die Bewohner eines Hauses über die Qualität ihres Trinkwassers informieren?

- Der Eigentümer (Vermieter) oder Verkäufer des Hauses
- Die Hamburger Wasserwerke
- Der öffentliche Gesundheitsdienst (Gesundheitsamt)
- Es ist unnötig, darüber informiert zu werden
- Jemand anders bzw. eine andere Institution, und zwar: _____

Vielen Dank für das Ausfüllen des Fragebogens. Bitte bringen Sie ihn zu Ihrem Blutentnahmetermin mit.

Anlage 5: Anschreiben nach erstem Studienteil

Bleibelastung durch Trinkwasser Ergebnisse



Sehr geehrte Frau xx,

herzlichen Dank für Ihre Teilnahme an unserer Studie „Bleibelastung durch Trinkwasser“. Sie erhalten hiermit Ihre Messergebnisse mit unserer Bewertung.

Ihr Messergebnis im **Blut** und die Bewertung durch die Umweltmedizinische Beratungsstelle

Ihre Blutprobe vom 15.12.99 (Eingang im Labor) enthielt **xx** µg Blei / Liter Blut⁵. **Diese Bleikonzentration im Blut ist unauffällig.** Gesundheitliche Beeinträchtigungen sind bei Ihrem Blutbleigehalt nicht zu befürchten. Die folgende Einschätzung der Human-Biomonitoring-Kommission des Umweltbundesamtes haben wir als Bewertungsgrundlage herangezogen:

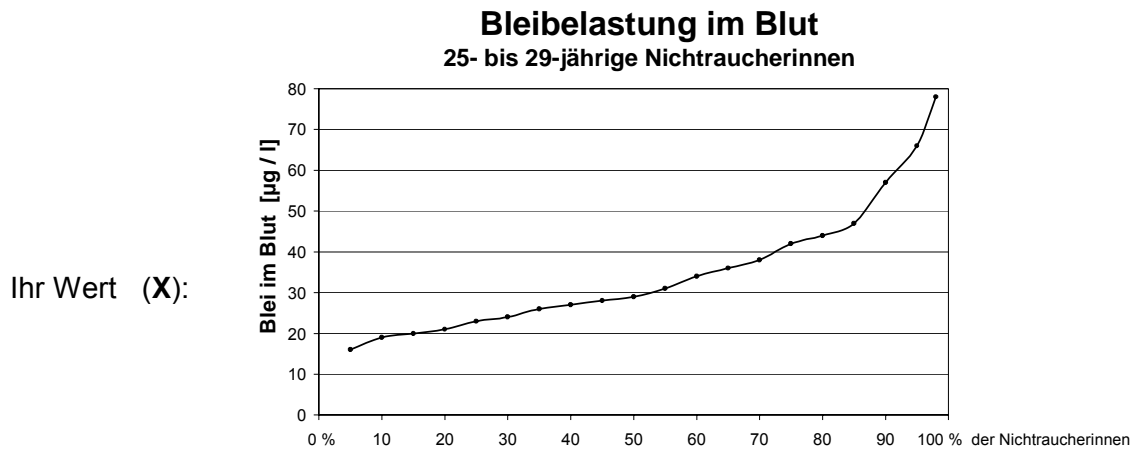
<i>Blei im Blut: Werte für Frauen bis 45 Jahre</i>	
<i>unter 100 µg / Liter</i>	<i>Es ist nicht mit gesundheitlichen Beeinträchtigungen zu rechnen.</i>
<i>100 – 150 µg / Liter</i>	<i>Eine Kontrolle des Bleiwertes im Blut mit Beratung ist angemessen.</i>
<i>über 150 µg / Liter</i>	<i>Bei diesem Wert sind gesundheitliche Beeinträchtigungen möglich.</i>

Wieso enthält Ihr Blut überhaupt Spuren von Blei?

Jeder nimmt Blei in geringen Mengen mit Lebensmitteln auf, weil das Schwermetall überall verbreitet ist. Gegenüber früheren Jahren geht die durchschnittliche Bleibelastung in der Bevölkerung erfreulicherweise zurück. Das liegt daran, dass die durch den Menschen verursachte Bleifreisetzung durch Umweltschutzmaßnahmen deutlich vermindert wurde. So sind bleihaltige Kraftstoffe heute nahezu vollständig verboten und viele Industriebetriebe haben Maßnahmen zur Luftreinhaltung getroffen.

⁵ µg/l = Mikrogramm pro Liter. Ein Mikrogramm ist ein millionstel Gramm.

Ihr Messergebnis im **Blut** verglichen mit dem anderer Frauen



Die Werte dieser Grafik stammen aus einer Untersuchung der Jahre 1990 bis 1992⁶. Bei 95% der untersuchten 161 Nicht- und Ex-Raucherinnen im Alter von 25-29 Jahren lag der Bleigehalt im Blut unter 65 µg / Liter Blut. Wegen der beschriebenen Verminderung der Bleibelastung würden die Werte heute wahrscheinlich etwas niedriger liegen.

Die Messergebnisse Ihrer **Trinkwasserproben** und unsere Bewertung

Wasserprobe vom 17.12.99 (Eingang im Labor)	Bleigehalt im Trinkwasser in µg / Liter
<u>Standwasser</u> , stand über Nacht in der Leitung	unter 5
<u>Frischwasser</u> , Entnahme nach 3 Minuten ablaufen lassen	unter 5
<u>Kochwasser</u> , mittags entnommen	unter 5

Die Bleikonzentration in Ihrem Trinkwasser stufen wir als unauffällig ein.

Der zukünftige, strengere Grenzwert für Trinkwasser wird 10 µg/Liter betragen. Er wird in allen drei Proben eingehalten. Ihr Trinkwasser kann also bedenkenlos getrunken werden. Unabhängig davon empfehlen wir, für Säuglingsnahrung aus hygienischen Gründen grundsätzlich nur Frischwasser zu verwenden.

⁶ Umweltbundesamt, Umwelt-Survey, Bundesrepublik Deutschland 1990/92

Wir hoffen, dass Sie sich über den Bleigehalt in Ihrem Blut und in Ihrem Trinkwasser nun ausreichend informiert fühlen. Sollten Sie jedoch noch spezielle Fragen haben, können Sie uns gerne anrufen. Sie haben uns dabei geholfen, dass die Studie „Bleibelastung durch Trinkwasser“ zustande kommen konnte. Dafür bedanken wir uns ganz herzlich!

Wir wünschen Ihnen ein gutes Neues Jahr 2000!

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Dengler', written in a cursive style.

Dr. Dorothee Dengler - für das Team der Studie Bleibelastung durch Trinkwasser

P.S. Wenn Sie Ende des Jahres einen Abschlussbericht der statistischen Auswertung unserer Studie bekommen möchten, schicken Sie uns eine Postkarte, einen Brief oder ein Fax mit Ihrer Adresse.

Anlage 6: Informationen für die Interventionsgruppe "Meiden"

Informationen für die Teilnehmerinnen an der Studie

"Bleibelastung durch Trinkwasser"



Liebe Teilnehmerin der Bleistudie,

wir freuen uns, dass Sie sich weiter an der Studie "Bleibelastung durch Trinkwasser" beteiligen möchten. Wir haben noch einmal die wichtigsten Eckpunkte des jetzt anstehenden zweiten Studienteils für Sie aufgeführt.

Wir stellen Ihnen und Ihren Mitbewohnern für einen begrenzten Zeitraum kostenlos stilles Wasser zur Verfügung. Wir bitten Sie, dieses Wasser für folgende Zwecke zu benutzen:

- ✓ **Zubereitung von Getränken** für die Sie sonst Wasser aus dem Hahn benutzen würden; z.B. Tee, Kaffee, Sodawasser in dafür vorgesehenen Maschinen
- ✓ **Kochen von Nahrung**, die viel Wasser enthält (z.B. Suppen, Saucen) oder viel Wasser aufsaugt (z.B. Reis, Nudeln, Trockenpilze etc.)

Mit diesem Vorgehen erreichen wir, dass Sie die vermeidbaren Bleimengen, die Sie bisher über das Trinkwasser aufgenommen haben, nicht mehr zu sich nehmen. Am Ende unserer zweiten Studienphase (April 2000) möchten wir Ihnen dann noch einmal Blut abnehmen. Damit können Sie und wir kontrollieren, ob sich Ihr Blutbleispiegel durch das Vermeiden des bleihaltigen Trinkwassers noch weiter senken lässt. Falls Sie gerne kohlenensäurehaltiges Mineralwasser trinken, kaufen Sie dies bitte in den bisher auch üblichen Mengen dazu.

Nicht verwenden sollten Sie das stille Wasser, wenn Sie Folgendes tun:

- Waschen von Gemüse und Salat
- Kochen von Kartoffeln (Kochwasser verwerfen)
- Geschirrspülen
- Zähneputzen

Ihr Wasser erhalten Sie, indem Sie mit dem unten aufgeführten Getränkezulieferer einen Termin für die Anlieferung vereinbaren und die von Ihnen benötigte Menge nennen:

Getränkhandel XXXXXXXX XXXXX

Heußweg XX, XXXXX Hamburg

Tel.: X XX XX XXX

Sie erhalten dann das stille Wasser „XXXXXXXXX⁷“ in 12 Liter Kästen. Sie müssen dem Getränkehändler den Empfang der Getränkekisten bestätigen. Sie können aber auch stilles Wasser direkt beim Getränkehandel Losch abholen. Es entstehen für Sie keine Kosten.

Wir werden Sie in den letzten Wochen des zweiten Studieteils anrufen (Mitte April), um einen Termin zur Blutentnahme zu vereinbaren. Falls Sie in der Zwischenzeit Fragen haben sollten, können Sie sich gerne telefonisch an uns wenden.

Ulrich Janßen # 42848-2374

Dr. Dorothee Dengler # 42848-2303

Umweltmedizinische Beratungsstelle der BAGS

im Januar 2000

⁷ Herstellerfirma möchte nicht genannt werden.

Anlage 7: Umgang mit Problemen während der Studie

Verfahren mit potentiellen Problemen während der Interventionsphase der Studie

"Bleibelastung durch Trinkwasser"

	Problem	Lösung
1.	Vergleichbarkeit der beiden Gruppen der Intervention	Die Laufzeiten der Intervention von Beginn der Maßnahme bis zur Blutentnahme muss in beiden Gruppen gleich lang sein und sollte die Osterfeiertage nicht einschließen
2.	Freundinnen, die in verschiedenen Wohnungen leben, kommen zusammen zur Blutentnahme	Wenn die Erste in Interventionsgruppe 1 respektive 2 kommt, wird der zweiten die gleiche Interventionsgruppe zugewiesen
3.	Mehrere Teilnehmerinnen wohnen in einer WG	Alle in die gleiche Interventionsgruppe
4.	Person wohnt in kleiner Wohnung, kein Platz für Getränkekisten	Wird in andere Interventionsgruppe umgesetzt
5.	Wenn jemand auf keinen Fall in die ursprünglich zugewiesene Interventionsgruppe will	Umsetzung in die andere möglich, aber restriktiv handzuhaben
6.	Jemand möchte zu einem späteren Zeitpunkt in eine andere Interventionsgruppe	Bis zwei Wochen nach Beginn der Intervention restriktiv handhaben, dann kein Umsetzen mehr möglich
7.	Teilnehmerin will während der Studie in Urlaub fahren	Wenn der Urlaub mehr als zwei Wochen beträgt muss die Intervention zu einem anderen Zeitpunkt laufen.
8.	Jemand möchte kurz vor der zweiten Blutentnahme einen Kurzurlaub machen	Der Kurzurlaub darf nicht in den letzten drei Wochen vor der zweiten Blutentnahme liegen. Eventuell Intervention etwas verlängern
9.	Person wird schwanger während der Intervention	Darf weiter mitmachen, da Frühschwangerschaft
10.	Teilnehmerin will umziehen während der Intervention	Wenn Intervention schon zwei Monate gelaufen ist erfolgt die zweite Blutentnahme separat, sodass

		Blutentnahme ansonsten –adios
11.	Getränkekisten wurden nicht geliefert	Wir kontaktieren die Getränkehandlung, geringe Mengen sollten auch mal selbst gekauft werden. Eventuell Erstattung der Zusatzkosten
12.	Wechsel des Arbeitsplatzes, wo viel getrunken wird	Keine Konsequenz außer Eintrag in Rubrik Besonderheit
13.	Teilnehmerin kann an keinem der angebotenen beiden Termine ins GUT kommen	Übersenden eines Anschreibens mit der Bitte um Lektüre der beigefügten Unterlagen (Faltblatt oder Merkzettel und Selbstauskunftzettel) und dann Rückruf in der UMB, Rücksendung des beigefügten Selbstauskunftzettels

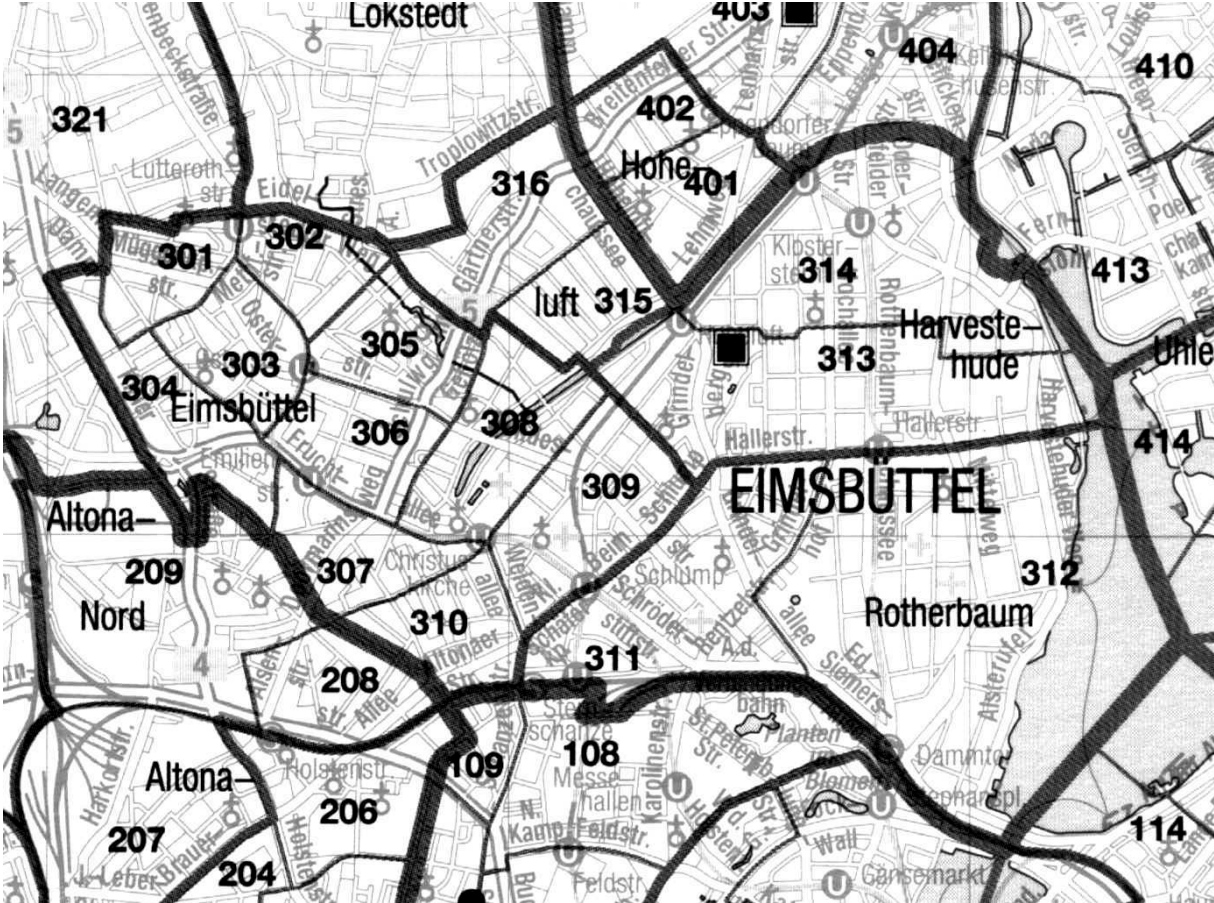
Verfahren mit potentiellen Problemen bei der Studie

"Bleibelastung durch Trinkwasser"

	Problem	Lösung
1.	Teilnehmerin war in den letzten drei Wochen vor der ersten Blutentnahme mehr als eine Woche nicht in der Wohnung	Termin für Blutentnahme drei Wochen nach Rückkehr
2.	Freundinnen, die in verschiedenen Wohnungen leben, kommen zusammen zur Blutentnahme	Wenn die Erste in Interventionsgruppe 1 respektive 2 kommt, wird der zweiten die gleiche Interventionsgruppe zugewiesen
3.	Mehrere Teilnehmerinnen wohnen in einer WG	Alle in die gleiche Interventionsgruppe
4.	Person wohnt in kleiner Wohnung, kein Platz für Getränkekisten	Wird in andere Interventionsgruppe umgesetzt
5.	Wenn jemand auf keinen Fall in die ursprünglich zugewiesene Interventionsgruppe will	Umsetzung in die andere möglich, aber restriktiv handzuhaben
6.	Jemand möchte zu einem späteren Zeitpunkt in eine andere Interventionsgruppe	Bis zwei Wochen nach Beginn der Intervention restriktiv handhaben (bekommt auf allen Befunden neue Nummer), dann kein Umsetzen mehr möglich

		mehr möglich
7.	Teilnehmerin will während der Studie in Urlaub fahren	Wenn der Urlaub mehr als zwei Wochen beträgt muss die Intervention zu einem anderen Zeitpunkt laufen.
8.	Jemand möchte kurz vor der zweiten Blutentnahme einen Kurzurlaub machen	Der Kurzurlaub darf nicht in den letzten drei Wochen vor der zweiten Blutentnahme liegen. Eventuell Intervention etwas verlängern
9.	Person wird schwanger während der Intervention	Darf weiter mitmachen, da Frühschwangerschaft
10.	Teilnehmerin will umziehen während der Intervention	Wenn Intervention schon zwei Monate gelaufen ist erfolgt die zweite Blutentnahme ansonsten -adios
11.	Getränkekisten wurden nicht geliefert	Wir kontaktieren die Getränkehandlung, geringe Mengen sollten auch mal selbst gekauft werden. Eventuell Erstattung der Zusatzkosten
12.	Wechsel des Arbeitsplatzes, wo viel getrunken wird	Keine Konsequenz außer Eintrag in Rubrik Besonderheit
13.	Junge Frau erfüllt Kriterien, wurde aber nicht angeschrieben	Name, Telefonnummer und Adresse auf extra Liste. Information, dass Sie bei eventuellen Ergänzungsstudien berücksichtigt wird

Anlage 8: Karte der Untersuchungsregion



Anlage 9: Jahresmittelwerte Grundwasserwerk Stellingen

(Chemisch-physikalische Analyse des Reinwassers 1999)

Stoffe/Kennwerte	Maßeinheit	Grenzwert ¹	Mittelwert	Min.	Max.	Untere Grenze des praktischen Arbeitsbereiches
Temperatur	°C	25	11,8	11,0	12,6	-
Leitfähigkeit	µS/cm	2000	675	610	735	5
pH-Wert		6,5-9,5	7,5	7,4	7,7	-
Sauerstoff	mg/l	-	9,8	9,2	10,6	0,1
Gesamthärte	°dH	-	16,9	15,6	18,1	0,1
Karbonathärte	°dH	-	8,8	8,4	9,2	0,1
Härtebereich ²		-	3			-
Calcium	mg/l	400	108	99	115	1
Magnesium	mg/l	50	8	7	9	1
Natrium	mg/l	150	21	19	23	1
Kalium	mg/l	12	2,1	1,8	2,4	0,5
Eisen	mg/l	0,2	n.n.			0,01
Mangan	mg/l	0,05	n.n.			0,01
Ammonium	mg/l	0,5	n.n.			0,05
Chlorid	mg/l	250	33	30	35	1
Sulfat	mg/l	240	141	119	166	1
Nitrat	mg/l	50	1,1	0,7	1,3	0,04
Nitrit	mg/l	0,1	n.n.			0,01
Fluorid	mg/l	1,5	0,11	0,10	0,12	0,01
Phosphat	mg/l	6,7	n.n.			0,05
Silikat	mg/l	40	21	19	22	0,1
Aluminium	mg/l	0,2	n.n.			0,01
Antimon	mg/l	0,01	n.n.			0,001
Arsen	mg/l	0,01	n.n.			0,001
Barium	mg/l	1	0,05	0,02	0,06	0,01
Blei	mg/l	0,04	n.n.			0,001
Cadmium	mg/l	0,005	n.n.			0,0005
Chrom	mg/l	0,05	n.n.			0,002
Kupfer	mg/l	3	n.n.			0,005
Nickel	mg/l	0,05	n.n.			0,002
Quecksilber	mg/l	0,001	n.n.			0,0003
Selen	mg/l	0,01	n.n.			0,001
Zink	mg/l	5	n.n.			0,01
Bor	mg/l	1	0,03	0,02	0,04	0,01
Silber	mg/l	0,01	n.n.			0,01
KMnO ₄ -Verbrauch als KMnO ₄	mg/l	19,75	4,9	3,8	6,2	0,1
Cyanid	mg/l	0,05	n.n.			0,01

Organische Umweltchemikalien, wie z.B. Pestizide, organische Chlorverbindungen und polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe, auf die regelmäßig untersucht wurde, waren nicht nachweisbar.

¹ nach Trinkwasserverordnung vom 05.12.1990

² nach Wasch- und Reinigungsmittelgesetz vom 05.03.1987

Anlage 10: 2. Fragebogen (Intervention)



Fragebogen zum 2. Teil der Studie

„Bleibelastung durch Trinkwasser“

Interventionsgruppe "Mindern"

Wir freuen uns sehr, dass Sie auch am 2. Teil unserer Studie teilgenommen haben. Die Fragen beziehen sich – wenn nicht anders vermerkt – auf den 2. Teil der Studie, als wir Sie gebeten hatten, das Wasser ablaufen zu lassen. Zum Ausfüllen des Fragebogens benötigen Sie circa 10 Minuten.

Angaben zu Ihrer Wohnsituation bzw. Ihrem Haus

1. Sind Sie seit Beginn der Bleistudie im Oktober 1999 umgezogen?

Nein

Ja

2. Wie viele Personen leben in Ihrem Haushalt, einschließlich Sie selbst? _____

Trinkwasser und Ernährung

3. Sind seit Oktober 1999 Veränderungen an den Wasserrohren Ihrer Wohnung oder Ihres Hauses vorgenommen worden?

Nein

Ja, und zwar wurden ehemalige Bleirohre abgeschafft

Nicht bekannt

Wir hatten Ihnen vorgeschlagen, ab Februar Leitungswasser ablaufen zu lassen, bevor Sie es zum Trinken oder Kochen verwenden. Wir wissen, dass dies

vielleicht nicht immer einfach war. Bitte beantworten Sie die nachfolgenden Fragen wahrheitsgemäß, denn wir benötigen alltagserprobte, realistische Angaben für unsere Studie und für die Empfehlungen, die wir später aussprechen werden.

4. Welche Gewohnheiten hatten Sie während des zweiten Studienteils bei der alltäglichen Nutzung des Leitungswassers in Ihrem Haushalt (zum Trinken, Kochen, zur Tee- und Kaffeezubereitung) angenommen:

Bitte beachten Sie, daß in jeder Zeile ein Kästchen angekreuzt werden muss.

		Nie	Selten	häufig	Immer
	Ich nutzte Leitungswasser zum Kochen				
1.	<u>ohne</u> , daß ich vorher Wasser ablaufen ließ				
2.	nachdem ich vorher Wasser ablaufen ließ				
3.	nachdem es durch einen Wasserfilter lief				
	Ich nutzte Leitungswasser als Trinkwasser,				
4.	<u>ohne</u> , daß ich vorher Wasser ablaufen ließ				
5.	nachdem ich vorher Wasser ablaufen ließ				
6.	nachdem es durch einen Wasserfilter lief				
7.	Ich nutzte abgepacktes Wasser oder Tafel/Mineralwasser				
Bemerkungen: _____					

5. Wie praktikabel fanden Sie die von uns vorgeschlagene Lösung, das Wasser ablaufen zu lassen?

		schlecht	mittelmäßig	gut	sehr gut
1.	Wie kamen Sie mit dem vorgeschlagenen Vorgehen zurecht?				
2.	Wie eignet sich die Lösung <u>auf Dauer</u> für Ihren Alltag?				

Anmerkungen: _____

6. Zur Schätzung, wieviel Leitungswasser Sie seit Sie im zweiten Teil der Studie im Durchschnitt an einem Tag zu sich genommen haben, bitten wir Sie um die folgenden Angaben:

Unterscheiden Sie dabei bitte jeweils zwischen Wasser aus Ihrer Haushaltsleitung und Wasser aus anderen Leitungen und denken Sie an Ihren Verbrauch an einem normalen Werktag.

	Wasser aus Ihrer Haushaltsleitung	Wasser aus anderen Leitungen
1. Anzahl der Tassen (125 ml) Kaffee und Tee	_____	_____
<i>1 Becher Tee oder Kaffee entspricht 2 Tassen</i>		
2. Anzahl der Gläser (150 ml) Leitungswasser pur oder daraus hergestelltes Mineralwasser	_____	_____
3. Anzahl der Teller (250 ml) Suppe	_____	_____

Angaben über die Medikamenteneinnahme

7. Welche Medikamente haben Sie während der Studie eingenommen?

Schreiben Sie bitte den Namen des Medikaments, die Dosierung und die Menge auf.

Angaben zu Ihrer Person

8. Haben Sie seit Beginn der Studie (Oktober 1999) den Arbeitsplatz gewechselt?

Nein

Ja

9. Haben Sie während der Studie ein Hobby ausgeübt, das zu einer Bleibelastung beitragen könnte?

Ja, z.B. Töpfern, Umgang mit evtl. bleihaltigen Glasuren und Farben, Schießsport, Basteln von Tiffany-Lampen oder anderes Hobby mit Bleibelastung

Nein, keine Hobbies mit Bleibelastung

10. Haben Sie seit Beginn der Studie (Oktober 1999) mit dem Rauchen angefangen?

Nein

Ja

11. Sind Sie seit Februar 2000 in Urlaub gewesen?

Nein

Ja

12. Falls ja: Ich bin in Urlaub gewesen vom _____ .2000 bis zum _____ .2000

13. Sind Sie schwanger?

Nein

Ja

14. Falls ja, welche Schwangerschaftswoche: __

15. Gibt es noch etwas, was Sie zur Studie „Bleibelastung durch Trinkwasser“ bemerken möchten? _____

Vielen Dank für das Ausfüllen des Fragebogens. Bitte bringen Sie ihn zu Ihrem Blutentnahmetermin mit.



Fragebogen zum 2. Teil der Studie „Bleibelastung durch Trinkwasser“

Interventionsgruppe "Meiden"

Wir freuen uns sehr, dass Sie am 2. Teil unserer Studie teilgenommen haben. Die Fragen beziehen sich – wenn nicht anders vermerkt – auf den 2. Teil der Studie, der mit der ersten Mineralwasserlieferung begann. Zum Ausfüllen des Fragebogens benötigen Sie circa 10 Minuten.

Angaben zu Ihrer Wohnsituation bzw. Ihrem Haus

1. Sind Sie seit Beginn der Bleistudie im Oktober 1999 umgezogen?

Nein

Ja

2. Wie viele Personen leben in Ihrem Haushalt, einschließlich Sie selbst?

Trinkwasser und Ernährung

3. Sind seit Oktober 1999 Veränderungen an den Wasserrohren Ihrer Wohnung oder Ihres Hauses vorgenommen worden?

Nein

Ja, und zwar wurden ehemalige Bleirohre abgeschafft

Nicht bekannt

Wir hatten Ihnen vorgeschlagen, im 2. Teil der Studie stilles Mineralwasser anstelle von Leitungswasser zu verwenden. Wir wissen, dass dies vielleicht nicht immer einfach war. Bitte beantworten Sie die nachfolgenden Fragen

wahrheitsgemäß, denn wir benötigen alltagserprobte, realistische Angaben für die Studie und für die Empfehlungen, die wir später aussprechen werden.

4. Welche Gewohnheiten hatten Sie während des zweiten Studienteils bei der alltäglichen Nutzung des Leitungswassers in Ihrem Haushalt (zum Trinken, Kochen, zur Tee- und Kaffeezubereitung) angenommen:

Bitte beachten Sie, dass in jeder Zeile ein Kästchen angekreuzt werden muss.

		Nie	Selten	häufig	Immer
	Ich nutzte Leitungswasser zum Kochen				
1.	<u>ohne</u> , dass ich vorher Wasser ablaufen ließ				
2.	nachdem ich vorher Wasser ablaufen ließ				
3.	nachdem es durch einen Wasserfilter lief				
	Ich nutzte Leitungswasser als Trinkwasser,				
4.	<u>ohne</u> , dass ich vorher Wasser ablaufen ließ				
5.	nachdem ich vorher Wasser ablaufen ließ				
6.	nachdem es durch einen Wasserfilter lief				
7.	Ich nutzte abgepacktes Wasser oder Tafel/Mineralwasser				
Bemerkungen: _____					

5. Wie praktikabel fanden Sie die von uns vorgeschlagene Lösung, Mineralwasser anstelle von Leitungswasser zu verwenden?

		schlecht	mittelmäßig	gut	sehr gut
1.	Wie kamen Sie mit dem vorgeschlagenen Vorgehen zurecht?				
2.	Wie eignet sich die Lösung <u>auf Dauer</u> für Ihren Alltag?				
Anmerkungen: _____					

6. Zur Schätzung, wie viel Leitungswasser Sie im zweiten Teil der Studie im Durchschnitt an einem Tag zu sich genommen haben, bitten wir Sie um die folgenden Angaben:

Unterscheiden Sie dabei bitte jeweils zwischen Wasser aus Ihrer Haushaltsleitung und Wasser aus anderen Leitungen und denken Sie an Ihren Verbrauch an einem normalen Werktag.

	Wasser aus Ihrer Haushaltsleitung	Wasser aus anderen Leitungen
1. Anzahl der Tassen (125 ml) Kaffee und Tee	_____	_____
<i>1 Becher Tee oder Kaffee entspricht 2 Tassen</i>		
2. Anzahl der Gläser (150 ml) Leitungswasser pur oder daraus hergestelltes Mineralwasser	_____	_____
3. Anzahl der Teller (250 ml) Suppe	_____	_____

Angaben über die Medikamenteneinnahme

7. Welche Medikamente haben Sie während der Studie eingenommen?

Schreiben Sie bitte den Namen des Medikaments, die Dosierung und die Menge auf.

Angaben zu Ihrer Person

8. Haben Sie seit Beginn der Studie (Oktober 1999) den Arbeitsplatz gewechselt?

Nein

Ja

9. Haben Sie während der Studie ein Hobby ausgeübt, das zu einer Bleibelastung beitragen könnte?

Ja, z.B. Töpfern, Umgang mit evtl. bleihaltigen Glasuren und Farben, Schießsport, Basteln von Tiffany-Lampen oder anderes Hobby mit Bleibelastung

Nein, keine Hobbies mit Bleibelastung

10. Haben Sie seit Beginn der Studie (Oktober 1999) mit dem Rauchen angefangen?

Nein

Ja

11. Sind Sie seit Februar 2000 in Urlaub gewesen?

Nein

Ja

12. Falls ja: Ich bin in Urlaub gewesen vom _____ .2000 bis zum _____ .2000

13. Sind Sie schwanger?

Nein

Ja

14. Falls ja, welche Schwangerschaftswoche:__

15. Gibt es noch etwas, was Sie zur Studie „Bleibelastung durch Trinkwasser“ bemerken möchten? _____

Vielen Dank für das Ausfüllen des Fragebogens. Bitte bringen Sie ihn zu Ihrem Blutentnahmetermine mit.

Anlage 11: Informationen für Hausbesitzer über den Austausch von Bleileitungen

Hausanschlussleitungen verbinden das Leitungsnetz der öffentlichen Wasserversorgung mit dem häuslichen Verteilungssystem. Auch diese Leitungen können aus Blei sein und sollten im Zuge eines Austausches von Bleiinstallationen ersetzt werden. Da die Hausanschlussleitung durch öffentliche und private Grundstücke läuft, ergeben sich unterschiedliche Verantwortlichkeiten. In Hamburg ist der Betreiber und Eigner der Hausanschlussleitung auf öffentlichem Grund das örtliche Wasserversorgungsunternehmen (HWW), während der Grund- und Hauseigentümer Eigner der Hausanschlussleitung auf dem privaten Teil ist.

Die HWW tauschen pro Jahr circa 2000 Hausanschlussleitungen auf öffentlichem Grund aus. Wird eine Hausanschlussleitung auf öffentlichem Grund erneuert, wird dem Besitzer der Hausanschlussleitung auf privatem Grund angeboten, diese ebenfalls auszutauschen. Die hierdurch entstehenden Kosten sind geringer, als wenn der Hauseigentümer einen solchen Austausch selbst in Auftrag geben würde, denn Material und Fachkräfte sind bereits vor Ort. Umgekehrt sichern die HWW zu, Hausanschlussleitungen auf öffentlichem Grund ebenfalls auszutauschen, wenn ein Hauseigentümer seine Hausanschlussleitung erneuert.

Im Einzelfall kann es allerdings schwierig sein zu ermitteln, ob die Hausanschlussleitung aus Blei gefertigt wurde. Insbesondere bei den Häusern, die vor 1945 gebaut wurden, sind entsprechende Unterlagen nicht mehr vorhanden. Nach einer Inaugenscheinnahme des sichtbaren Teils der Hausanschlussleitung wird daher empfohlen, eine Analyse des Wassers vorzunehmen. Eine solche Untersuchung wird von den HWW kostenlos durchgeführt, wenn in dem betreffenden Haushalt eine Schwangere oder ein Kind bis einem Lebensjahr lebt.

Für den Austausch von Bleirohren können Fördermittel durch die Wohnbaukreditanstalt beantragt werden. Fragen hierzu können direkt an diese Einrichtung gestellt werden.

Hamburgische Wohnbaukreditanstalt

Besenbinderhof 31

20097 Hamburg

Tel.: 24846-0