

KOMMISSION DER
EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN

COMMISSION DES
COMMUNAUTÉS EUROPÉENNES

9
UNITED STATES ENVIRONMENTAL
PROTECTION AGENCY

INTERNATIONAL SYMPOSIUM

Environmental health aspects of lead

**Die gesundheitlichen Aspekte
der Umweltverschmutzung durch Blei**

**Les problèmes sanitaires posés par le plomb
présent dans l'environnement**

UBER DIE AUFNAHME VON BLEI MIT
DEM TRINKWASSER

KEMPF, T.

Institut für Wasser-, Boden-
und Lufthygiene des BGA
BERLIN, BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

Amsterdam, October 2 - 6, 1972.

N40699

Über die Aufnahme von Blei mit dem Trinkwasser

Dr. Th. Kempf

Blei wird dem menschlichen Organismus vor allem mit der Nahrung, aus der Luft, durch Tabakrauch und durch Wasser oder andere Getränke ständig zugeführt. Da Blei jedoch bereits in relativ niedrigen Konzentrationen auf den Menschen toxisch wirkt und im Körper angereichert wird, verdient die Überwachung der Blei-Konzentrationen besondere Beachtung. Bei der Festlegung der Richtwerte für den Bleigehalt im Trinkwasser muß daher die Gesamtaufnahme aus allen möglichen Quellen berücksichtigt werden.

Außer den erhöhten Bleibefunden von 0,1-0,5 µg Pb/l in Grund- und Oberflächenwässern, insbesondere in Gegenden mit Vorkommen von Bleimineralien wie z.B. im Harz, Sauerland und in der Eifel werden für verschiedene Wasservorkommen folgende natürliche Bleigehalten angegeben (7,8):

Meerwasser	0,8 - 8 µg Pb/l
Grundwasser	1 - 60 "
Flußwasser (ohne Schwebstoffe)	1 - 9 "

In Regenwasserproben (Berlin-Dahlem) wurden kürzlich Werte von 14 - 150 µg Pb/l gefunden.

Hygienisch bedeutungsvoller sind aber die Fälle, in denen "aggressive" Wasser Blei aus verlegten Bleirohren herauslösen. So beobachtet man bei weichen Kohlensäurereichen Wassern Konzentrationen bis zu 5 µg Pb/l, das ist das 100fache des nach den internationalen WHO Standards maximal zulässigen Grenzwertes von 0,05 µg Pb/l. Blei-angereichert wird ebenfalls sauerstoffreiches Wasser mit und ohne Kohlensäureüberschuß sowie solches mit hohem Nitratgehalt. Neben der chemischen Wasserbeschaffenheit hängt der Bleigehalt des Trinkwassers von der Art der für die Rohrleitung benutzten Blei-Legierung, dem Alter des Bleirohres oder von elektrischen Strömen im umgebenden Boden ab (2,9,11).

Von auch die o.a. Angaben für Flußwasser je nach Entnahmestort und -zeit sowie weiterer Parameter stärker variieren können, zeigen die in Tabelle 1 aufgeführten Bleibefunde für Rhein- und Weserwasser (1971) demgegenüber stärker erhöhte Werte. Dies ist zweifellos auf eine anthropogene Beeinflussung der Gewässer zurückzuführen; insbesondere werden im Rheinwasser Proben zur Zeit einer niedrigen Wasserführung in den Monaten August bzw. September sowohl in einer Einzelprobe, als auch in der Monatsmischprobe Spitzenwerte von 156 bzw. 128 µg Pb/l gefunden. Diese Ergebnisse überschreiten bereits die allgemeinen Gütevorstellungen für ein Oberflächenwasser, das zur Trinkwassergewinnung herangezogen wird. Die Frachtmengen, in Tonnen pro Monat ausgedrückt, liegen dementsprechend hoch. Die Werte beziehen sich nur auf wasserlösliche Bleiverbindungen, während das an Schwebstoffe

-2-

Über die Aufnahme von Blei mit dem Trinkwasser

Dr. Th. Kempf

Zusammenfassung:

Außer den in Grund- und Oberflächenwasser autochthon und anthropogen bedingten örtlich unterschiedlich hohen Konzentrationen an Blei sind in hygienischer Hinsicht vor allem die nach Durchleiten von Trinkwasser durch Bleirohre auftretenden, erhöhten Gehalte von Bedeutung. Allgemein kann durch den Kontakt von Wasser mit entsprechenden Behältern, Rohrleitungen oder Armaturen während der Wasseraufbereitung, Lagerung und Verteilung die Konzentration an Schwermetallen beträchtlich ansteigen. Besonders bei der Verwendung neu verlegter Bleirohre in der Hausinstallation und von Wasser mit bestimmter chemischer Zusammensetzung sind Vergiftungssymptome bei den Verbrauchern beobachtet worden. Auch bei älteren Blei-Rohrleitungen sind die Korrosionsvorgänge nach Jahrzehnten noch nicht abgeschlossen, so daß vor allem bei der Umstellung der Wasserversorgung auf Wasser mit geringerem Härtegrad Blei in verstärktem Maße aus den Leitungen herausgelöst werden kann.

desorbierbare oder im Sediment vorliegende Blei nicht mit erfasst ist. Ferner ergibt sich nach der Affinitätsreihe, dass die Bleibehaltigkeit des Sediments durch die Adsorption infolge bodenphysikalischer und hydrogeologischer Vorgänge eine Verankerung des im Flusswasser gelösten Bleies um durchschnittlich etwa 60 % während der letzten 100 Jahre bewirkt hat. Diese Verankerung ist gleichsam die anschauliche Wasseraufbereitung nur noch eine geringfügige Erneuerung um durchschnittlich 4 % erfolgt.

Bei einem chemisch anders zusammengesetzten Rohwasser und unterschiedlicher Aufbereitung ist dagegen eine wesentliche Eliminierung von Blei nicht mehr gegeben, wie aus Abbildung 1 zu entnehmen ist. Jedoch liegen die Bleiewerte verhältnismäßig niedrig und unterhalb des WHO Standards 1963 von $0,05 \text{ mg Pb/l}$. In dieser Größenordnung - von etwa $0,01 \text{ mg Pb/l}$ - bewegen sich auch die Bleikonzentrationen untersuchter Grundwässer, die nach Aufbereitung in das Leitungsnetz abgeben werden, wie sich im Rahmen folgender Versuche mit Leitungswässern zeigt (Tab. 3).

Zur Klärung der Zusammenhänge zwischen Rohmaterial, Wasserelementsetzung und Schwermetallbefunden wurden neuerdings eine Anzahl Wasserproben von Hausinstallationen in Berlin und anderen Städten der BRD untersucht (15). Jeweils wurden zwei Wassermuster – morgens nach nächtlicher Stagnation und nach 10 Min. Ablaufzeitens – aus den Zapfhähnen für Kaltwasser von Wohnungen in verschiedenen Stadtbezirken entnommen und mit Salpetersäure (pH 2) stabilisiert. Blei wurde ohne sonstige Vorbereitung der Proben atomabsorptionsspektrometrisch mit einer Mangan-Graphitrohrlötlunte bestimmt; andere Schwermetalle wie z. B. Zink wurden direkt in einer Luft-Acetylenflamme nach dem gleichen Verfahren gemessen.

Die in der Tabelle 2 aufgeführten ersten Ergebnisse zeigen in 5 Fällen, die aufgeführten Untersuchungen der ersten 10 bis 15 Minuten nach dem Einleiten des Gases, der Flusss gefunden wurde, die vor 1914 gebauten Leitungen waren und noch Elektroblei besitzen. Nach Stationen des Wassers ergeben sich Mittelwerte von 0,10 bis 0,15 Pb/l bzw. nach 10 Min. Wasserentnahme von 0,02 bis 0,05 mg Pb/l sowie Maximalwerte von 0,28 mg bzw. 0,05 mg Pb/l. Diese Ergebnisse stimmen mit denen einer Arbeit zusammen überein, die in verschiedenen englischen Städten den Einfluß der Gesamthärte auf die Bleihaltigkeit aus Leitungsrohren untersucht hat (1).

In einer 2.2t. laufenden Untersuchungsreihe ergeben sich für eine westdeutsche Großstadt ähnliche Bleibefunde, wie aus Tabelle 4 ersichtlich ist (18). Hierbei wurden auch Warwasserproben berücksichtigt.

Allgemein ist festzustellen:

1. Bereits nach mehrstündigem Aufenthalt des Wassers im Rohrnetz, z.B. während der Nachtstunden, können sich die Gehalte an Metallen wie auch Blei erhöhen.
2. Die gefundenen Bleikonzentrationen stammen hauptsächlich aus den Hausinstallationen.

3. Nach kurzer Ertragsmehrwert sinken die Bleikonzentrationen exponentiell ab, so daß die Bleikonzentrationen in keinem Fall über den empfohlenen Wert der WHO von 0,05 mg Pb/l hinausgegangen wären (Abb. 2).

Bei der Auflöfung von Zinküberlagen in Leitungsgaröhren können geringe Elelangen in den Trinkwasser gelangen, da die Löslichkeit von Zink bei 20°C bis 1,4 mg/l beträgt (1976) und die DIN-Norm (1976) im Extremfall allerdings würde bereits bei einem Zinkübertrag von 5 mg/l in das Trinkwasser der maximal erlaubte Elegehalt von 0,05 mg/l überschritten werden (19).

Wenn man die tägliche Inkorporation von Blei über das Trinkwasser mit der Aufnahme durch die sonstige Nahrungskorreliert, so ergibt sich folgendes: Erwachsene in Nordamerika nehmen etwa 0,35 mg Blei pro Tag auf. Davon entfallen 0,01 bis 0,03 mg auf das Trinkwasser und solches aus der Speisenzubereitung. Während Bleiverbindungen beim Durchdringen durch blutleitende Trinkwasser bei Konzentrationen zwischen 0,042 bis 0,1 mg Pb/l und mehr beobachtet wurden, haben andererseits Konzentrationen von 0,010 bis 0,1 mg Pb/l innerhalb längerer Zeit offenbar keine toxische Wirkung erkennen lassen. Jedoch besteht die Fehde, daß 0,1 mg Pb/l bei überempfindlichen Personen und ständiger Beanspruchung infolge Akkumulation chronische Vergiftungen verursachen können. Dabei ist noch zu berücksichtigen, daß sicher manche Fälle unerkannt bleiben.

Der jahrelang gültige Grenzwert in den USWS Drinking Water Standard, von 8 mg Pb/l, dürfte als solche Überlegungen zurückgegangen sein. Jedoch wurde dieser Wert 1962 revidiert und auf 0,5 mg Pb/l herabgesetzt. Erst in den 1970er Jahren wurden die WHO-Standards von 1963, in den internationalen WHO-Standards dagegen liegt er noch bei 1 mg Pb/l. In einem Zusatz wird darauf hingewiesen, dass die Benutzung von Bleirohren höhere Konzentrationen verursachen können, die jedoch nach 16stündigem Stehen des Wassers 0,500 mg Pb/l nicht übersteigen dürfen.

Zusammenfassung kann gefolgert werden, daß einerseits die Korrelation mit der geringen der Atemluft durch die ungleiche Umweltinflüsse (15, 16, 17) zusammen scheint, andererseits aber nicht viel an den Verhältnissen ändern wird. Andererseits dürfte die als höchst zulässige empfohlene Konzentration für Trinkwasser von 0,5 mg Pb/l von Wasserlieferanten i. a. eingehalten werden können, sofern durch die Reinhaltung der Gewässer als auch durch eine entsprechende Wasseraufbereitung die Voraussetzungen gegeben sind.

Die Untersuchungen konnten dank der Finanzierung eines Forschungsvorhabens durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft durchgeführt werden. Herrn Prof. Brand sei für die eingehende Diskussion hygienischer Fragen vielmals gedankt.

Literatur

- (1) Crawford, M.D. u. J.N. Morris: Lead in Drinking Water. The Lancet, 18.11.1967, S. 1087-1088
- (2) Fuchs, H., Bruns, H. u. H. Haupt: Die Bleivergiftungsgefahr durch Leitungswasser, Steinkopf-Verlag, Dresden und Leipzig, 1958
- (3) Hill, K.: Wasser, Untersuchung, Beurteilung, Aufbereitung-Chemie, Bakteriologie, Biologie. 4. Aufl. 1968, Verlag de Gruyter & Co., Berlin.
- (4) Müller, Gertrud: Einheitliche Anforderungen an die Beschaffenheit, Untersuchung und Beurteilung von Trinkwasser in Europa. Schriftenreihe des Vereins für Wasser-, Boden- u. Luftthygiene E.V., Nr. 14 b. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart 1971
- (5) Patterson, C.C.: Contaminated and Natural Lead Environments of Man. Arch. Envir. Hlth. 11 (1965) S.344-60
- (6) Rüdert, U. u. C.L. Kruse: Beitrag zur lebensmittelrechtlichen Beurteilung der Schwermetalle Blei, Kupfer und Zink im Trinkwasser, Gesundheits-Ingenieur 89 (1968) S.338-341
- (7) Tatsumoto, M. u. C.C. Patterson: Concentration of Common Lead in Some Atlantic and Mediterranean Waters and in Snow. Nature 199 (1963) S.350-352
- (8) Treville, R.T.P.: Natural Occurrence of Lead. Arch. Envir. Hlth. 8 (1964) S.212-221
- (9) Scholler, K.G., Lindner, K. u. G. Lehnert: Atomabsorptions-spektroskopische Schwermetallbestimmungen. Arch. Hyg. u. Bakt. 152 (1966) S.298-301
- (10) Schriftenreihe der Bleiberatung e.V., Düsseldorf. Carl Lange-Verlag, Duisburg, 1970
- (11) Weyrauch, F. u. G. Müller: Über das Blei im Trinkwasser. Ztschr. f. Hyg. u. Inf.-Krankh., 117 (1956) S.196-201
- (12) Buydens, R.: Du Danger de Saturnisme par l'addition de l'acide Royale de Médecine de Belgique. VI. Série. Tome XII. Nr. 6-7, S.293-318. Bruxelles 1957
- (13) Benger, H. u. Th. Kempf: Vorkommen von Schwermetallionen im Trinkwasser. Bundesges. bl. 1972, Nr. 2, S.17-20
- (14) Müller, G.: Untersuchungen über Schutzschichtbildung auf Blei bei sehr weichen Wässern. Jahrbuch "Vom Wasser" XVIII. Bd. (1950/51), S.226-253
- (15) Kempf, Th.: Bleigehalte im Wasser. Aus "Blei und Umwelt", Arbeitsgruppe der Kommission für Umweltgefahren des Bundesgesundheitsamtes, Verein für Wasser-, Boden- und Luftthygiene E.V., 1 Berlin 33, Postfach
- (16) Höfer, F. und Th. Kempf: Untersuchung von Polyvinylchlorid- und Polyäthylenrohren auf ihre hygienische Eignung als Trinkwasserleitungsrohre. Bundesges. bl. 1962, Nr. 17, S.269-273
- (17) Kempf, Th., Lüdemann, D. u. W. Pflaum: Verschmutzung der Gewässer durch motorischen Betrieb, insbesondere durch Außenbordmotoren. Schriftenreihe des Vereins f. Wasser-, Boden- u. Luftthygiene Nr. 26, 1 Berlin 33, Postfach.
- (18) Jund, K. Gebhardt: (In Vorbereitung zum Druck)
- (19) Petri, H. u. A. Cronmann: Die gesundheitliche Bedeutung des Zinks als Umweltfaktor des Menschen speziell in der Trinkwasserversorgung. WaBoLu-Bericht 7/71, Institut für Wasser-, Boden- und Luftthygiene des Bundesgesundheitsamtes.

- + Tabelle 1: Bleigehalte in Rhein- und Wes

Düsseldf. Bismen Bremen		Düsseldf. B	
Monat	Ag Pb / l	Frachtm	
Jan.	42 88	51	118
Febr.	44 77	16	251
März	55 89	21	153
April	43 65	14	152
Mai	12 78	12	42
Juni	47 63	19	305
Juli	11 54	13	33
Aug.	21 128	12	63
Sept.	136 66	14	364
Okt.	29 67	17	63
Nov.	25 61	19	51
Dez.	28 42	19	78

Tabelle 2:
Bleigehalte in Berliner Leitungswässern (µg Pb/l)

Bauj.d.Haus.	1900 - 1914		1920 - 1939		1945 - 1960		1961 - 1970	
Entnahme	so- fort	nach 10 Min.	so- fort	nach 10 Min.	so- fort	nach 10 Min.	so- fort	nach 10 Min.
Mittelwert	100	20	24	16	23	17	25	14
Maxim.wert	280	50	35	30	50	40	57	26
Minimalwert	14	10	8	8	8	6	8	4
Einzelwerte	20 230 100 20 160 240 14 14 62 133 20 122 120	50 14 23 10 10 50 14 10 22 11 18 18	20 60 20 20 22 20 24 10 31 8 23 23 11 27 23 35 19 22	18 24 8 30 14 14 24 8 18 12 12 15 23 15 25 10 8	33 28 50 14 14 15 8	20 42 18 12 8 15 6	40 42 10 30 14 16 14 27 75 4 20 25 12 20	26 18 10 14 10 12 12 17 12 20 17 17 8 8

Tabelle 3: Spurenelementgehalte Berliner Wasser vor Abgabe ins
Leitungsnetz

Wasserwerk	GH °d	KH °d	Pb (µg/l)
Beelitshof	13	10	8
Jungfernheide	18	11	5
Kladow	15	11	7
Riemkesterfenn	15	10	2
Spandau	16	11	10
Tegel	16	11	8
Tiefverder	17	12	10

Die pH-Werte lagen zwischen 7,1 und 7,9

Tabelle 4: Gehalte von Blei und Zink im Trinkwasser aus Hausleitungen einer westdeutschen Stadt

Pb:

	1900 - 1914			1920 - 1939		
	I	II	III	I	II	III
Mittelwert	10	17	9	5	6	3
Maximalwert	37	48	31	14	20	10
Minimalwert	2	4	3	1	1	1
n	13			10		

Zn:

	1900 - 1914			1920 - 1939		
	I	II	III	I	II	III
Mittelwert	1113	712	72	362	209	41
Maximalwert	2250	4000	393	817	500	100
Minimalwert	51	22	1	37	24	7
n	13			10		

I = Kaltwasser nach Stag
II = Warmwasser
III = Kaltwasser nach Abkühlung

Abb. 2
Blei- und Zinkgehalte
von Leitungswasser (Berlin)
in Abhängigkeit von der Entnahmezeit

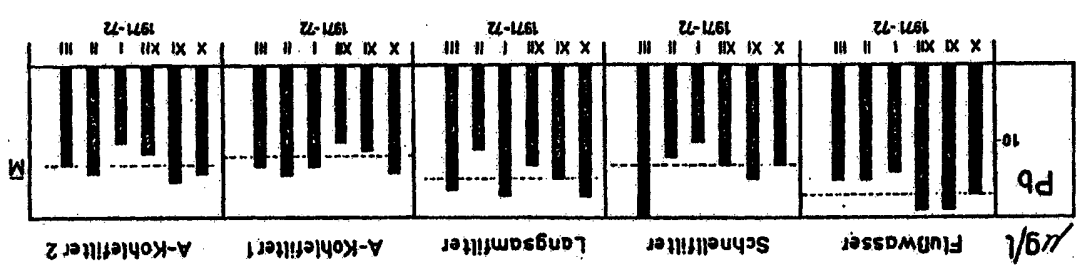
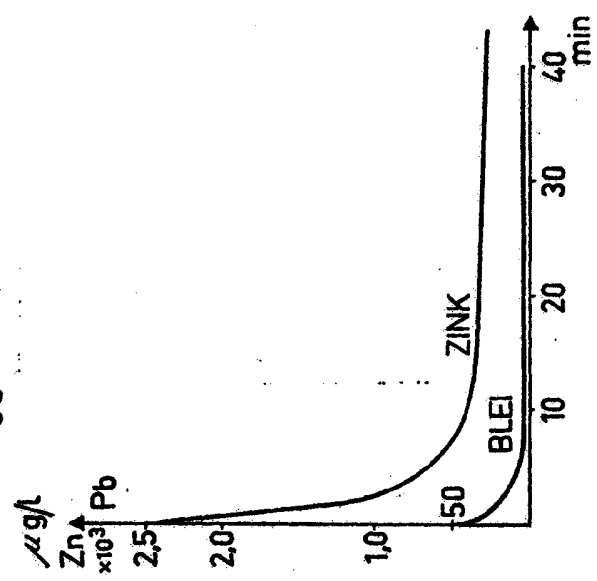


Abb. 1
Bleigehalte eines Flußwassers, nach Aufbereitung