

**Blei im Trinkwasser / Kurzfristig umsetzbare Maßnahme zur wirksamen Verminderung von Bleiemissionen aus noch vorhandenen Bleiinstallationen mittels Korrosionsinhibitoren**

In Anlage 2 Teil II der am 1. Januar 2003 in Kraft getretenen novellierten Trinkwasserverordnung (2001) ist in:

**Chemische Parameter, deren Konzentration im Verteilungsnetz einschließlich der Hausinstallationen ansteigen kann**

Lfd.Nr.	Parameter	Grenzwert mg/l	Bemerkungen
4	Blei	0,01	Grundlage ist eine für die durchschnittliche wöchentliche Wasseraufnahme durch Verbraucher repräsentative Probe; hierfür soll nach Artikel 7 Abs. 4 der Trinkwasserrichtlinie ein harmonisiertes Verfahren festgesetzt werden. Die zuständigen Behörden stellen sicher, dass alle geeigneten Maßnahmen getroffen werden, um die Bleikonzentration in Wasser für den menschlichen Gebrauch innerhalb des Zeitraums, der zur Erreichung des Grenzwertes erforderlich ist, so weit wie möglich zu reduzieren. Maßnahmen zur Erreichung dieses Wertes sind schrittweise und vorrangig dort durchzuführen, wo die Bleikonzentration im Wasser für den menschlichen Gebrauch am höchsten ist.

das unter **hygienisch-toxikologischen** Gesichtspunkten besonders kritisch zu beurteilende Schwermetall Blei (Pb) aufgeführt, das Untersuchungen im Rahmen der Überwachung nach § 19 Abs. 7 der Trinkwasserverordnung erforderlich macht.

Blei ist für Menschen, Tiere und Pflanzen kein essentielles Element, wie etwa Kupfer und Zink, sondern es gehört mit seinen Verbindungen zu den starken Umweltgiften! Besonders gefährlich ist die fortgesetzte Aufnahme kleiner Bleimengen. Ein Teil des Bleis wird zwar durch den Harn ausgeschieden, ein größerer Teil jedoch vor allem in den Knochen gespeichert, wo es Calcium verdrängt. Auch blockiert Blei freie Thiolgruppen von Enzymen; eine Folge ist die "Blutkrankheit", die sich in Müdigkeit, Appetitlosigkeit und schmerzhaften Koliken, Blässe der Haut und Muskelschwäche, manchmal in einem "Bleisaum" (Ablagerungen von Bleisulfid, PbS, am Zahnfleischrand) äußert (1).

Wie in der Wasserversorgung bekannt, wurde der Parameter Blei gegenüber der bisherigen Trinkwasserverordnung von 1990 vor allem vor dem Hintergrund der nachgewiesenen hohen Giftigkeit von Blei für Säuglinge, Kleinkinder und Kinder verschärft, deren Stoffwechselvorgänge im Vergleich zu Erwachsenen beschleunigt ablaufen und insofern – bei entsprechender Kontamination des Wassers – besonders viel Blei resorbieren. Die bei Kindern und auch Jugendlichen noch nicht vollständig ausgebildete so genannte Blut-Hirn-Schranke bewirkt zudem, dass Blei in vergleichsweise großen Mengen ins Gehirn gelangen

# METAKORIN

und infolgedessen Entwicklungsstörungen verursachen kann. Des Weiteren gilt es zu beachten, dass bei Schwangeren über die nur schwach plazentare Schranke für Blei bereits der Fötus gefährdet ist (2).

In der neuen Trinkwasserverordnung (2001) wurde der Grenzwert für Blei (Wochenmittelwert) in der repräsentativen Probe mit 0,01 mg/L Pb festgelegt. Dieser Wochenmittelwert ist unter den Betriebsbedingungen der Hausinstallationen praktisch nicht einzuhalten. Da die Einhaltung des Grenzwertes von 0,01 mg/L Pb, wenn eine wirksame Korrosionsinhibierung mittels Orthophosphat nicht in Betracht gezogen werden soll, nur dann möglich ist, wenn in den Versorgungs- und Verteilungssystemen alle Bleiinstallationen, derzeit noch etwa 500.000 Hausinstallationen aus Blei in den alten Bundesländern und eine bisher noch nicht genau erfasste Anzahl von Hausanschlussleitungen und Hausinstallationen in den neuen Bundesländern, entfernt werden, ist wegen der in großem Umfang erforderlichen, hohe Kosten verursachenden Austauschmaßnahmen eine Übergangsfrist von 10 Jahren eingeräumt worden, die sich wie folgt gliedert:

vom 1. Januar 2003 bis 30. November 2003	0,04 mg/L Pb
vom 1. Dezember 2003 bis 30. November 2013	0,025 mg/L Pb
ab 1. Dezember 2013	0,01 mg/L Pb

Im Zusammenhang mit den verordnungsgemäß zu verringernden Bleiemissionen in das Trinkwasser erscheint die Feststellung, dass die in früheren Zeiten – auch wegen der leichten Verarbeitbarkeit – zu Installationszwecken häufig verwendeten Bleileitungen gegenüber Trinkwasser sehr beständig sind, weil die Korrosionsgeschwindigkeit vergleichsweise gering ist und in ihrer pH-Abhängigkeit im Wesentlichen von der Löslichkeit der gebildeten Korrosionsprodukte bestimmt wird, zunächst höchst widerprüchlich.

"In Analogie zu den Werkstoffen Kupfer und Zink liegt die Problematik", wie I. Wagner (3) darlegt, "beim Trinkwassertransport durch Bleileitungen vor allem in der Bleiaufnahme des Wassers. Dabei ist für den Bleigehalt im Wasser die eigentliche Korrosionsrate des Bleis nicht von Bedeutung. Entscheidend ist vielmehr die Löslichkeit der gebildeten Korrosionsprodukte, die im Trinkwasser vor allem Bleikarbonat und basisches Bleikarbonat sind."

"Im Gegensatz zu früheren Aussagen, dass nach ausreichend langem Betrieb schützende Deckschichten auf dem Bleirohr gebildet werden, die eine Bleiauswanderung ins Wasser verhindern, ist mit den Möglichkeiten der immer genauer werdenden Analytik gezeigt worden, dass die Bleikonzentrationen im Wasser unter günstigen Bedingungen vergleichsweise niedrig werden können, dass jedoch die Lösungsgleichgewichte immer noch im Bereich zweistelliger Werte in Mikrogramm pro Liter liegen." Der Tabelle 1 (4) sind die Lösungsgleichgewichte von Blei zu entnehmen, die – analog zur Trinkwasserverordnung – in mg Pb/L ausgeworfen sind.

---

(2) Kommission "Human-Biomonitoring" des Umweltbundesamtes, Stoffmonographie Blei-Reverenz- und Human-Biomonitoring-Werte. Bundesgesundheitsblatt 39, S. 236 – 341 (1996)

(3) DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V.: "Wasserchemie für Ingenieure", R. Oldenbourg

Verlag GmbH, München (1993), S. 259 - 261

(4) Wagner, I. und Kuch, A.: "Trinkwasser und Blei", Eine Studie der DVGW-Forschungsstelle, Karlsruhe Heft 18 (1981), S. 18

**Tabelle 1:**

Berechnete Löslichkeiten von Blei in einem  $\text{NaHCO}_3/\text{NaNO}_3$ -System unter Berücksichtigung der jeweils schwerstlöslichen Verbindungen in mg Pb/L (4)

m-Wert mol/m <sup>3</sup>	0,2	0,5	1	2	3	4	5	6
pH								
6,5	0,60	0,31	0,21	0,16	0,14	0,13	0,13	0,12
7,0	0,29	0,19	0,15	0,13	0,12	0,12	0,11	0,11
7,5	0,14	0,13	0,13	0,12	0,11	0,11	0,11	0,11
8,0	0,08	0,08	0,09	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
8,5	0,05	0,06	0,06	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12
9,0	0,04	0,04	0,04	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10
9,5	0,03	0,03	0,03	0,04	0,06	0,07	0,08	0,10

 Bleikarbonat  $\text{PbCO}_3$

 Bleihydroxokarbonat  $\text{Pb}_3(\text{OH})_2(\text{CO}_3)_2$

Aus der Löslichkeit der gebildeten Korrosionsprodukte ist zu folgern, dass unter den Bedingungen in Hausinstallationen aus Blei der Bleigrenzwert wegen der Löslichkeitsgleichgewichte, wie in Tabelle 1 dargelegt, praktisch nicht eingehalten werden kann; die schleichende, toxikologisch bedenkliche Inkorporation des Bleis schreitet ungehindert fort!

Aus diesem Sachverhalt leitet sich zwar ein faktischer Sanierungszwang ab mit dem Ziel, Bleileitungen gegen Leitungen aus geeigneten Werkstoffen sobald wie möglich auszutauschen (5). Ist es aber, nicht zuletzt in Anbetracht der langen Übergangsfrist bis 2013, realistisch anzunehmen, dass der DVGW-Appell: "Noch vorhandene Bleileitungen sollten umgehend ersetzt werden." (6) tatsächlich unverzüglich umgesetzt wird?

Da erfahrungsgemäß eher davon auszugehen ist, dass Bleiinstallationen noch für eine Reihe von Jahren eine Realität darstellen werden, stellt sich zwangsläufig die wichtige Frage, was bis zum Austausch der Bleiinstallationen getan werden kann, um – nicht zuletzt – auch dem Minimierungsgebot der neuen Trinkwasserverordnung, § 6 Abs. 3 gerecht zu werden, in dem gefordert wird:

(5) Henschel, W., Karius, A. und Hendorf, U.: "Das Frankfurter Bleiprojekt", Bundesgesundheitsblatt 42, S. 902 – 910 (1999)

(6) twin Information des DVGW zur Trinkwasser-Installation, ENERGIE WASSER PRAXIS 09/2002, S. 36

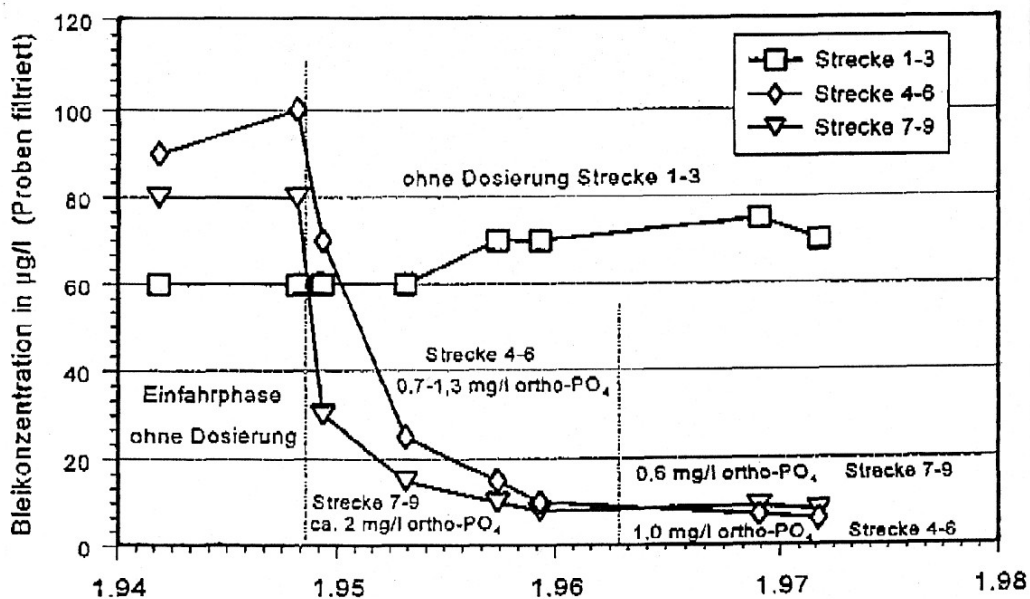
# METAKORIN

"Konzentrationen von chemischen Stoffen, die das Wasser für den menschlichen Gebrauch verunreinigen oder seine Beschaffenheit nachteilig beeinflussen können, sollen so niedrig gehalten werden, wie dies nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik mit vertretbarem Aufwand unter Berücksichtigung der Umstände des Einzelfalles möglich ist."

Eine nahe liegende und zudem rasch umsetzbare, national und international diskutierte Möglichkeit, die toxikologisch bedenkliche Problematik der schleichenden Bleiakкумуляtion dauerhaft wirksam zu unterbinden, besteht in der zentralen Dosierung von Korrosionsinhibitoren (7), genauer: in der Konditionierung des Trinkwassers mit Orthophosphat, das nachweislich die Bleibelastung im Trinkwasser erheblich vermindert, wie etwa in Bonn anhand des nachstehenden Diagramms überzeugend dargelegt (8).

## Diagramm:

Entwicklung der Bleikonzentration, nach Langzeitstagnation, mit der Laufzeit (8)



(7) Oehmichen, U., Schmitz, M. und Seeliger, P.: "Die neue Trinkwasserverordnung", wvgw-Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH, Bonn (2001), S. 71

(8) DVGW-Technologiezentrum Wasser (TZW), Karlsruhe: "Untersuchungen zum Einfluß einer zentralen Phosphatierung auf die Bleiabgabe aus Installationsleitungen aus Blei an das Trinkwasser der Stadtwerke Bonn", Fortsetzungsbericht vom 16. Mai 1997

(9) Siehe auch: Grohmann, A., Hässelbarth, U. und Schwertfeger, W. K.: „Die Trinkwasserverordnung“, Erich Schmidt Verlag, Berlin, 4. Aufl. (2003).

# METAKORIN

Das Gutachten für die Stadtwerke Bonn (8) belegt, dass mit einer zentralen Orthophosphatdosierung bei dem in Bonn zur Verteilung gelangenden Trinkwasser eine signifikante Verringerung der Bleilöslichkeit um ca. 90 % erreicht werden kann, die auf die im Verhältnis zu Bleikarbonat ( $\text{PbCO}_3$ ) und Bleihydroxocarbonat [ $\text{Pb}_3(\text{OH})_2(\text{CO}_3)_2$ ] noch geringere Löslichkeit von Bleiphosphat [ $\text{Pb}_3(\text{PO}_4)_2$ ] zurückzuführen ist.

Die nicht unwichtige Geschwindigkeit, mit der die Maßnahme der zentralen Phosphat-Konditionierung greift, hängt dabei maßgeblich von der zu Beginn dosierten Phosphatkonzentration ab. Wird die Anfangskonzentration von 1 mg/L  $\text{PO}_4^{3-}$  verdoppelt, kann eine Halbierung der Bleilöslichkeit gegenüber dem nicht dosierten Trinkwasser innerhalb von 3 Wochen anstatt 3 Monaten erreicht werden; eine wahrlich umgehende Funktionsbestätigung!

Der Versuch in den Stadtwerken Bonn hat darüber hinaus auch belegt, dass eine Verminderung der Phosphatkonzentration auf 0,6 mg/L  $\text{PO}_4^{3-}$  für das Bonner Wasser die Grenze darstellt, bis zu der die Phosphatkonzentration verringert werden kann, ohne gravierend von dem gewünschten Wert nach Langzeitstagnation von unter 10  $\mu\text{g/L Pb} \hat{=} 0,01 \text{ mg/L Pb}$  (Grenzwert der neuen Trinkwasserverordnung) abzuweichen.

Das u.a. vom DVGW-Technologiezentrum Wasser (TZW), Karlsruhe, konzipierte und inzwischen vielfach im Einsatz vor Ort befindliche Untersuchungs- und Bewertungsverfahren nach

- **DIN 50931-1**, Ausgabe November 1999

und

- **DIN 50930-6**, Ausgabe August 2001

das beratungsgerechte und vor den Gesundheitsbehörden Bestand habende Aussagen gestattet, bietet uneingeschränkt die Möglichkeit, den so genannten **Wochenmittelwert M(T) für Blei** exakt zu bestimmen und verbindlich zu zertifizieren. Da es vorauszusehen ist, dass der mit Inkrafttreten der novellierten Trinkwasserverordnung ab dem 01. Januar 2003 einzuhaltende **Wochenmittelwert M(T) für Blei von 0,025 mg/L Pb** kurzfristig und kostenminimierend wohl nur über den zentralen Einsatz von eingehend erprobten und damit in der Praxis bewährten Korrosions-Inhibitoren gewährleistet werden kann, ist es naheliegend, die Korrosionsversuche nach DIN 50931-1 und deren Bewertung nach DIN 50930-6 umgehend anzuberaumen, die bereits nach wenigen Wochen, wie die bereits gesammelten Erfahrungen zeigen, aussagekräftige Trends liefern.

Damit der Versuchsaufwand für die Versorgungsunternehmen so gering wie möglich bleibt, stehen mobile **Kompakt-Versuchsanlagen** aus unserem Hause für die Dauer des vereinbarten

Versuches leihweise zur Verfügung (Siehe hierzu die Merkblätter VA 0.01 und VA 0.02). Eine – auch von uns zu organisierende – Ortsbegehung in einem der Wasserversorgungsunternehmen, die z.Zt. bereits Versuche nach DIN 50931-1 fahren, ist am besten geeignet, den technisch-wissenschaftlich hohen Stand der Versuchsdurchführung und die daraus sich ergebende Aussageprägnanz überzeugend darzulegen.

Zukunftsweisende Erzeugnisse

**METAKORIN**

Partner der Stadt- und Wasserwerke