

# Stellungnahme der Beratungskommission der Gesellschaft für Toxikologie e.V. (GT)<sup>1</sup> zur aktuellen Diskussion über eine mögliche gesundheitliche Gefährdung durch Überschreitungen des Trinkwasser-Leitwertes für Uran

(22.09.2008)

Das ARD-Politmagazin „report MÜNCHEN“ und die nichtstaatliche Organisation Foodwatch haben am 04.08.2008 Überschreitungen des Uran-Trinkwasserleitwertes des Umweltbundesamtes in etwa 150 von knapp 8.200 Trinkwasserproben aus Deutschland berichtet. Die veröffentlichten Daten beruhen auf Angaben aus den Sozialministerien von 15 der 16 Bundesländer. Die Beratungskommission der Gesellschaft für Toxikologie in der Deutschen Gesellschaft für experimentelle und klinische Pharmakologie und Toxikologie hat daraufhin die Situation unter gesundheitlichen Gesichtspunkten bewertet.

Das Umweltbundesamt der Bundesrepublik Deutschland (UBA) hat einen lebenslang gesundheitlich duldbaren Leitwert von 10 µg/l für den Urangehalt des Trinkwassers abgeleitet. Es hat weiterhin einen für befristete Überschreitungen des Leitwertes anwendbaren Maßnahmewert von 20 µg/l empfohlen, der für eine Expositionsdauer von bis zu 10 Jahren gilt. Sowohl der UBA-Leitwert als auch der Maßnahmenwert sind jedoch für die Trinkwasserversorger rechtlich nicht bindend. Der Trinkwasser-Leitwert bezieht sich nicht auf die Strahlentoxizität des Urans, da diese nach Bewertung nationaler und internationaler Institutionen erst bei deutlich höheren Urankonzentrationen im Trinkwasser eine Rolle spielt. Der Leitwert des UBA wurde vielmehr aus der chemischen Toxizität des Urans in seiner Eigenschaft als nierentoxisches Schwermetall begründet.

Die wissenschaftlich-toxikologische Ableitung eines lebenslang gesundheitlich duldbaren Trinkwasserleitwertes beruht auf der Annahme, dass eine bestimmte Menge einer Substanz lebenslang täglich aufgenommen werden darf, ohne dass gesundheitliche Schäden zu erwarten sind. Diese Annahme kann entweder auf Erfahrungen beim Menschen beruhen oder – wenn sie nicht vorliegen oder unzureichend sind – auf der Grundlage von tierexperimentellen Studien begründet werden. In tierexperimentellen Studien wird entweder die höchste Dosisschwelle bestimmt, bei der keine gesundheitlichen Schäden mehr beobachtet werden oder aber die niedrigste Dosis, bei der noch schädliche Effekte auftreten. Um für den Menschen eine lebenslang tolerierbare Dosis abzuleiten, werden die Dosisschwellen aus tierexperimentellen Studien durch Sicherheits-/Extrapolationsfaktoren geteilt. Sie sollen möglichen Empfindlichkeitsunterschieden zwischen Mensch und Versuchstier (z.B. durch unterschiedliche Resorptionsquoten im Darm), Empfindlichkeitsunterschieden innerhalb der menschlichen Bevölkerung (z.B. zwischen Erwachsenen und Kindern) und einer ggf erforderlichen Extrapolation von der niedrigsten Effekt-Dosis auf eine Dosis ohne Wirkung sowie Unterschieden in der Expositionsdauer Rechnung zu tragen.

Für Uran haben die WHO und andere internationale sowie nationale Behörden auf der Basis von Studien an Ratten und Kaninchen aus 1998 die niedrigste tägliche Aufnahme, bei der noch Nierenschäden beobachtet werden, mit 50 - 60 µg pro kg Körpergewicht errechnet und unter Verwendung von Sicherheitsfaktoren die tolerierbare tägliche Aufnahme zu 0,1 bis 0,6 µg pro kg Körpergewicht bestimmt. Daraus wurden unter der Annahme, dass der Erwachsene

täglich 2 l Trinkwasser aufnimmt und dass das Trinkwasser die hauptsächliche Quelle der Uranaufnahme darstellt, von internationalen und nationalen Behörden Trinkwasserleitwerte zwischen 10 µg/l und 30 µg/l abgeleitet (s. Tabelle). Die Unterschiede der einzelnen Werte sind in der verwendeten toxikologischen Datenbasis und vor allem in der Höhe der Zuteilung des über das Trinkwasser vermittelten Anteils der täglichen Uran-Aufnahme begründet.

Die deutsche Mineral- und Tafelwasserverordnung enthält für solche Mineralwässer, die mit ihrer Eignung für die Zubereitung von Säuglingsnahrung werben, einen verbindlichen Grenzwert für Uran von 2 µg/l. Dieser vom Bundesinstitut für Risikobewertung 2006 abgeleitete Grenzwert von 2 µg/l ist kein nur streng toxikologisch begründeter Wert, sondern darüber hinaus auch ein Vorsorgewert. Als solcher signalisiert er nicht nur gesundheitliche Sicherheit, sondern darüber hinaus auch eine ganz besondere Mineral- und insbesondere Uranarmut eines als „säuglingsgeeignet“ gekennzeichneten abgepackten Wassers. Entsprechend der Ableitung des UBA-Trinkwasserleitwertes für Uran in Höhe von 10 µg/l mit einem Gesamtsicherheitsfaktor, der auch möglichen Empfindlichkeitsunterschieden verschiedener Personengruppen (z.B. Erwachsenen und Kindern) Rechnung trägt, ist Trinkwasser mit Urankonzentrationen unterhalb von 10 µg/l auch für die Zubereitung von Säuglingsnahrung geeignet. Deshalb ist die von Foodwatch geforderte Warnung der Bevölkerung bei Überschreiten des „Säuglingswertes“ von 2 µg/l aus toxikologischer Sicht nicht geboten.

Um die Bedeutung von Überschreitungen des Trinkwasserleitwertes zu bewerten, hat die Beratungskommission der Gesellschaft für Toxikologie die verfügbaren, vor allem neueren epidemiologischen Daten über den Zusammenhang zwischen der Trinkwasser vermittelten Uranaufnahme und Beeinflussungen der Nierenfunktion herangezogen. Entsprechende Studien sind aus Kanada und Finnland dokumentiert.

In einer kanadischen Studie aus dem Jahr 1998, deren Teilnehmer langfristig Trinkwasser mit Urankonzentrationen im Bereich von 2 bis 780 µg/l aufgenommen hatten und bei der etwa die Hälfte der Studienteilnehmer Trinkwasser mit Konzentrationen oberhalb von 100 µg/l erhalten hatte, wurden Auffälligkeiten in der Urinausscheidung beobachtet. Diese sind zwar nicht mit einer Nierenerkrankung gleichzusetzen, weisen aber doch auf eine – wenn auch nicht mit einem Krankheitswert behaftete – Veränderung der Nierenfunktion hin. Im Einzelnen waren die Parameter Glucose, alkalische Phosphatase und Beta-Microglobulin, die Indikatoren einer Schädigung des Nierengewebes und der Nierenfunktion sind, schwach, aber statistisch signifikant mit der über das Trinkwasser aufgenommenen Uranmenge korreliert. Im Vergleich zur Kontrollgruppe wurden statistisch signifikante Unterschiede nur für Glucose und Lactatdehydrogenase, nicht aber für Creatinin und Gesamtprotein gefunden. Der Anteil des Trinkwassers an der gesamten Uranaufnahme variierte zwischen 31 und 98%.

Eine Untersuchung an einer südfinnischen Studienpopulation beschreibt einen signifikanten Zusammenhang für die Urankonzentrationen im Trinkwasser und die Calciumausscheidung, nicht jedoch für die Phosphat- oder Glucoseausscheidung. Die Effekte waren moderat ausgeprägt und bewegten sich im normalen physiologischen Bereich selbst bei Personen mit sehr hoher und lang andauernder Exposition gegenüber Uran. Es wurde keine Beziehung zwischen der Uranexposition und den Parametern einer Nierentoxizität wie Creatinin-Clearance, Albumin im Urin und Beta-Microglobulin beobachtet. Das Trinkwasser wies Urankonzentrationen von 0,001 bis 1920 µg/l auf; davon lagen wiederum die Gehalte von 36% der Proben im Bereich von 10 bis 100 µg/l und 31% oberhalb von 100 µg/l. Der durchschnittliche Trinkwasserkonsum betrug 13 Jahre.

In einer Folgestudie aus dem Jahr 2006 in einer nahezu identischen Studienpopulation wurden, bei sehr gut vergleichbaren hohen Urankonzentrationen im Trinkwasser und einer Expositionsdauer von bis zu 16 Jahren, von wenigen Ausnahmen abgesehen, für 10 physiologische Parameter, die eine Nierenschädigung anzeigen können, keine Veränderungen gefunden. Ein statistisch signifikanter Zusammenhang wurde allerdings für die kumulative Uranaufnahme und die Glukose-Ausscheidung im Urin sowie die Uran-Trinkwasserkonzentration und den Blutdruck beobachtet. Die Urangehalte im Trinkwasser lagen im Bereich von 0,03 bis 1500 µg/l. Die Konzentrationen in 31% der Proben waren höher als 100 µg/l und in weiteren 55% höher als 15 µg/l, zusätzlich ist eine erhöhte Uranzufuhr bedingt über Gemüse aus Hausgärten anzunehmen.

Die Beratungskommission ist zu der Schlussfolgerung gelangt, dass bei länger andauerndem Konsum von Trinkwasser mit Urankonzentrationen ab 25 bzw. 28 µg/l zwar keine Beweise für eine Nierenerkrankung vorliegen. Die epidemiologischen Befunde markieren insgesamt jedoch noch bestehenden Forschungsbedarf und unterstreichen die Notwendigkeit der Einhaltung des Trinkwasserleitwertes für Uran in Höhe von 10 µg/l, insbesondere auch hinsichtlich der Eignung des Trinkwassers zur Zubereitung von Säuglingsnahrung.

Die wiederholt bekannt gewordenen Überschreitungen des Leitwertes in Deutschland bei längst noch nicht flächendeckenden Erhebungen zu den Urangehalten im Trinkwasser legen nach Auffassung der Beratungskommission dringend die Umwandlung des Leitwertes in einen in der Trinkwasserverordnung verbindlich geregelten Grenzwert nahe. Die Beratungskommission der Gesellschaft für Toxikologie begrüßt deshalb ausdrücklich die Ankündigung des Bundesministeriums für Gesundheit vom 06. August 2008, eine zügige Änderung der Trinkwasserverordnung vorzubereiten und einen Grenzwert in Höhe von 10 µg/l für die Belastung mit Uran im Trinkwasser einzuführen.

<sup>1</sup> Die GT ist die größte europäische wissenschaftliche Fachgesellschaft der Toxikologen aus Hochschulen, Behörden und Industrie mit über 1000 Mitgliedern

Institution	Basisstudie	LOAEL mg/(kg · d)	NOAEL mg/(kg · d)	Extrapolationsfaktoren (EF) <sup>1</sup>	Tolerable tägliche Aufnahme µg/(kg · d)	Trinkwasserleitwert µg/l
WHO (2005/2006)	91-Tage-Trinkwasserstudie Ratte (Gilman et al., 1998a)	0,06		EF <sub>c</sub> = 10, EF <sub>d</sub> = 10	0,6 (TDI)	<b>15</b> (60 kg KG, Allokation 80% und 2 l/d)
U.S. EPA (2006)					0,6 (RfD)	<b>20</b> <sup>2</sup> (Drinking Water Equivalent Level, DWEL) (70 kg KG, Allokation 100%) und 2 l/d
U.S. EPA (2006)						<b>30</b> (Maximum Contaminant Level, MCL)
U.S. EPA 2000)	91-Tage-Trinkwasserstudie Ratte (Gilman et al., 1998a)	0,06		EF <sub>a</sub> = 1, EF <sub>b</sub> = 3, EF <sub>c</sub> = 3, EF <sub>d</sub> = 10; Gesamt-EF „etwa 100“	0,6 (RfD) <sup>2</sup>	<b>20</b> (MCL) (70 kg KG, Allokation 80% und 2 l/d)
Health Canada (2001/2008)	91-Tage-Trinkwasserstudie Ratte (Gilman et al., 1998a)	0,06		EF <sub>c</sub> = 10, EF <sub>d</sub> = 10	0,6 (TDI)	<b>20</b> ((interim) maximum acceptable concentration, MAC) (Ergebnis des Risikomanagements);  <b>10</b> (health-based guideline value (GV) mit 70 kg KG, Allokation 35% und 1,5 l/d)
Livsmedelsverket (National Food Administration Sweden) (2005)						<b>15</b> (upper level (limit) for uranium in drinking water); der Wert ist nicht streng toxikologisch abgeleitet worden.
Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) (2006/2007)	91-Tage-Trinkwasserstudie Ratte (Gilman et al., 1998a)	0,06		EF <sub>c</sub> = 10, EF <sub>d</sub> = 10; Weiterer Sicherheitsfaktor 3, um den Unsicherheiten bei Säuglingen Rechnung zu tragen.	0,2 (Basis ist TDI der WHO in Höhe von 0,6 µg/(kg · d) aus 2005/2006)	<b>2</b> (Höchstmengen- empfehlung für Uran in Mineralwässern zur Zubereitung von Säuglingsnahrung) (formula-fed infants, 6,5 kg KG, 0,6695 l/d, Allokation 100%)
Konietzka et al. (2005), UBA (2008)	91-Tage-Trinkwasserstudie Kaninchen (Gilman et al., 1998b)	0,05		EF <sub>a</sub> = 1, EF <sub>b</sub> = 1-2, EF <sub>c</sub> = 5, EF <sub>d</sub> = 10; Gesamtextrapolationsfaktor 50- 100 <sup>3</sup>	0,1-0,2 (TDI)	<b>Rechnerisch 3,5-7, gerundet 10</b> (lebenslang duldbarer gesundheitlicher Leitwert) (70 kg KG und 2 l/d)

<sup>1</sup> EF<sub>a</sub>: Extrapolation von subchronischer auf chronische Exposition, EF<sub>b</sub>: LOAEL/NOAEL-Extrapolation, EF<sub>c</sub>: Interspezies-Variation (Tier/Mensch), EF<sub>d</sub>: Intraspezies-Variation (Variation innerhalb der Spezies zur Berücksichtigung vulnerabler Gruppen)

<sup>2</sup> Mit der RfD 0,6 µg/(kg · d) sollte die Begründung der von U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water, Washington, DC entsprechen, auch, wenn dort als MCL bezeichnet. IRIS (2008) dokumentiert aktuell eine RfD von 3 µg/(kg · d) auf der Basis von Maynard and Hodge (1949) (subakute Fütterungsstudie am Kaninchen).

<sup>3</sup> Mit dem von Konietzka et al. (2005) genannten Gesamtextrapulationsfaktor von 50-100 würden rechnerisch 1 sowie 0,5 µg/(kg · d) als TDI resultieren. Zur Extrapolation von einer Dosis in Höhe von 50 µg/(kg · d) (LOAEL) auf einen TDI im Bereich von 0,1-0,2 µg/(kg · d) wäre demgegenüber ein Gesamtextrapulationsfaktor von 250 bzw. 500 erforderlich.

#### Literatur

Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) und Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) (2006): Gemeinsame Stellungnahme Nr. 014/2006 des BfS und des BfR vom 16. Januar 2006. BfR korrigiert Höchstmengeempfehlung für Uran in Wässern zur Zubereitung von Säuglingsnahrung

Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) und Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) (2007): Gemeinsame Stellungnahme Nr. 020/2007 des BfS und des BfR vom 5. April 2007. BfR empfiehlt die Ableitung eines europäischen Höchstwertes für Uran in Trink- und Mineralwasser

Health Canada (February 1987, Revised October 1999 (edited January 2001)): Uranium. Guidelines for Canadian Drinking Water Quality: Supporting Documentation

Health Canada, Federal-Provincial-Territorial Committee on Drinking Water of the Federal-Provincial-Territorial Committee on Health and the Environment (May 2008): Guidelines for Canadian Drinking Water Quality, Summary Table.

Integrated Risk Information System (IRIS) (2008): <http://www.epa.gov/ncea/iris/subst/0421.htm#studoral>. Bewertungsstand: 1989

Konietzka R, Dieter HH, Voss JU (2005): Umweltmed Forsch Prax 10 (2) 133 – 143

Svensson K, Damerud PO, Skerfving S (2005): A Risk Assessment of Uranium in Drinking Water. Livsmedelsverkets rapport nr 10/2005

Umweltbundesamt (2008): Uran im Trinkwasser: Kurzbegründung der gesundheitlichen Leit- und Grenzwerte, 19. August 2008. [http://www.umweltdaten.de/wasser/themen/trinkwasserkommission/kurzbegrueendung\\_uran\\_leitwert.pdf](http://www.umweltdaten.de/wasser/themen/trinkwasserkommission/kurzbegrueendung_uran_leitwert.pdf)

U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water, Washington, DC (2006): 2006 Edition of the Drinking Water Standards and Health Advisories

U.S. EPA Office of Ground Water and Drinking Water in collaboration with USEPA Office of Indoor Air and Radiation United States Geological Survey (2000): Radionuclides Notice of Data Availability, Technical Support Document, March 2000

World Health Organization (WHO) (2006): Guidelines for drinking-water quality [electronic resource]: incorporating first addendum. Vol. 1, Recommendations. – 3rd ed. Electronic version for the Web.

World Health Organization (WHO) (2005): Uranium in Drinking-water. Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality. WHO/SDE/WSH/03.04/118