

Autor: **Dr. M. Zehringer**

## Mineralwasser /Elemente, Radioaktivität

### Gemeinsame Kampagne der Kantone Basel-Landschaft und Basel-Stadt (Schwerpunktlabor)

Anzahl untersuchte Proben: 25      beanstandet: 0

#### Ausgangslage

Natürliches Mineralwasser ist gemäss schweizerischem Lebensmittelrecht mikrobiologisch einwandfreies Wasser, das aus einer oder mehreren natürlichen Quellen oder aus künstlich erschlossenen unterirdischen Wasservorkommen sorgfältig gewonnen wird. Mineralwässer können jedoch Spuren von organischen und anorganischen Verunreinigungen (z.B. Arsen) aufweisen.

Je nach Mineralisationsgrad enthalten die Mineralwässer auch Spuren von natürlichen Radionukliden wie Uran und Radium. Neuste Untersuchungen von Schweizer Mineralwässern ergaben Werte bis zu 9 µg/L Uran<sup>1</sup>. Das Bundesamt für Gesundheit wird im Rahmen



der nächsten Revision der Fremd- und Inhaltsstoffverordnung für Mineralwasser einen Grenzwert von 30 µg Uran/L anstreben. Als Folge müssen die betroffenen Gemeinden ihre Wasserversorgungen innerhalb einer Übergangsfrist von fünf Jahren sanieren<sup>2</sup>. Neben Uran können die Alphastrahler des Radiums, Thoriums und Poloniums bei regelmässigem Konsum von Mineralwasser zu einer Strahlenbelastung führen. Ein spezielles Augenmerk gilt dem Element Arsen. Bedingt durch die passierten geologischen Formationen kann Mineralwasser erhöhte Konzentrationen dieses Elementes aufweisen.

#### Untersuchungsziele

Überprüfung auf die toxischen Schwermetalle Blei, Cadmium, Quecksilber sowie andere relevante Metalle. Abschätzung der Strahlenbelastung bei Konsum von Mineralwasser durch vorhandene Alphastrahler, insbesondere Uran.

#### Gesetzliche Grundlagen

Parameter	Beurteilung <sup>3</sup>
Aluminium	200 µg/L (Toleranzwert)
Arsen	50 µg/L (Grenzwert)
Blei	10 µg/L (Grenzwert)
Cadmium	5 µg/L (Grenzwert)
Eisen	300 µg/L (Toleranzwert)
Kupfer	1500 µg/L (Toleranzwert)
Mangan	50 µg/L (Toleranzwert)
Quecksilber	1 µg/L (Grenzwert)
Selen	10 µg/L (Grenzwert)
Silber	100 µg/L (Toleranzwert)
Uran	30 µg/L <sup>2</sup> (Richtwert)
Zink	5000 µg/L (Toleranzwert)
Radionuklide der Gruppe 2: <sup>210</sup> Pb, <sup>210</sup> Po, <sup>226</sup> Ra, <sup>228</sup> Ra, <sup>230</sup> Th, <sup>232</sup> Th, <sup>231</sup> Pa	1 Bq/kg (Grenzwert)
Radionuklide der Gruppe 1: <sup>224</sup> Ra, <sup>228</sup> Th, <sup>234</sup> U, <sup>235</sup> U, <sup>238</sup> U	10 Bq/kg (Grenzwert)
Tritium	1000 Bq/L (Toleranzwert)
Cäsiumnuklide ( <sup>134</sup> Cs und <sup>137</sup> Cs)	10 Bq/L (Toleranzwert)

<sup>1</sup> Mineralwasser: Quelle grosser Verwirrung. K-Tipp Nr. 10, 4 (16. Mai 2012).

<sup>2</sup> Haldimann Max: Vorkommen von Uran in Schweizer Trinkwasser. BAG Bulletin 12, 06 (19.3.2012)

<sup>3</sup> Fremd- und Inhaltsstoff-Verordnung, Liste 2. Die Toleranz- und Grenzwerte sind für Trinkwasser definiert.

## Probenbeschreibung

In Lebensmittelgeschäften der Region Basel wurden 19 kohlenensäurehaltige Mineralwässer und sechs Mineralwässer ohne Kohlensäure erhoben.

Herkunftsland	Anzahl Proben
Schweiz	12
Italien	6
Frankreich	5
Deutschland	2
<b>Total</b>	<b>25</b>

## Prüfverfahren

*Elemente und toxische Metalle:* Die chemischen Elemente wurden mit Atomabsorptionsspektrometrie (AAS) bzw. Emissions-Spektrometrie mit Plasmaanregung und massenspektrometrischer Detektion (ICP/MS) direkt in den Wasserproben bestimmt.

*Künstliche Gammanuklide (insbesondere  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{131}\text{I}$ ):* Zur Erfassung von künstlichen Gammanukliden wurde ein Liter Probe in eine Ringschale abgefüllt und anschliessend mit dem Gammaskpektrometer während 24 Stunden ausgezählt.

*Tritium:* Die Wasserproben wurden 1:1 mit Szintillationscocktail gemischt und mit  $\beta$ -Flüssigszintillation ausgezählt.

*Radon ( $^{222}\text{Rn}$ ):* Die Wasserproben wurden 1:1 mit Szintillationscocktail gemischt und mit  $\beta$ -Flüssigszintillation ausgezählt. Aufgrund des schnellen Zerfalls des Radons mussten die Resultate auf das Datum der Probennahme zurückgerechnet werden.

*Radium ( $^{224}\text{Ra}$  und  $^{226}\text{Ra}$ ):* Die Radiumnuklide wurden mit Alphaspektrometrie analysiert. Hierzu wurde das Radium an  $\text{MnO}_2$ -Disks adsorbiert und anschliessend mit einem Silizium-Sperrschichtzähler ausgezählt.

*Uran ( $^{234}\text{U}$  und  $^{238}\text{U}$ ):* Die Urannuklide wurden mit einem Szintillationscocktail aus einem Liter Probe extrahiert. Der Extrakt wurde mit Argon gespült und anschliessend während 24 Stunden mit einem PERALS-Alphaspektrometer ausgezählt.

*Thorium ( $^{228}\text{Th}$ ,  $^{230}\text{Th}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ):* Die Thoriumnuklide wurden mit einem Szintillationscocktail aus einem Liter Probe extrahiert. Der Extrakt wurde mit Argon gespült und anschliessend während 24 Stunden mit einem PERALS-Alphaspektrometer ausgezählt.

*Polonium ( $^{210}\text{Po}$ ):* Das Polonium wurde bei  $60^\circ\text{C}$  während 3 Stunden an einer Silberfolie abgetrennt und anschliessend mit einem Silizium-Sperrschichtzähler ausgezählt.

## Ergebnisse

- Toxische Metalle waren nur in Spuren nachweisbar. Ein Mineralwasser enthielt  $13\ \mu\text{g/L}$  Arsen und lag somit deutlich über dem Durchschnitt von  $1.5\ \mu\text{g/L}$ . Der Grenzwert ist zu einem Viertel ausgeschöpft.
- Zwei andere Mineralwässer wiesen einen erhöhten Borgehalt auf, was auf eine Beeinflussung durch Abwasser oder Flusswasser hindeutet. Der von der WHO empfohlene Richtwert von  $300\ \mu\text{g/L}$  war ebenfalls überschritten.
- Ein Mineralwasser wies einen erhöhten Gehalt von  $41\ \mu\text{g/L}$  Mangan auf. Der Grenzwert war jedoch eingehalten.
- Die Ergebnisse der Metallanalysen im Überblick:

Element	Mittelwert µg/L von n Werten	Bereich In µg/L	Gesetzlicher Grenzwert (µg/L)	prozentuale Aus- schöpfung****
Aluminium	3.8 (n=4)	1.4 - 11	200	2
Arsen	1.5 (n=21)	0.1 - 13	50	26
Blei	0.2 (n=1)	0.2	10	2
Bor	37 (n=24)	4 - 610 <sup>4</sup>	300 <sup>5</sup>	
Cadmium	0.2 (n=1)	0.2	5	4
Eisen	1.7 (n=19)	0.1 - 5.2	300	2
Kuper	0.7 (n=24)	0.2 - 1.3	1'500	<1
Mangan	7.1 (n=14)	0.1 - 41	50	82
Quecksilber	< 0.4	<0.4	1	0
Selen	0.4 (n=19)	0.4 - 2.8	10	4
Silber	< 0.6	<0.6	100	0
Thorium**	0.75 (n=11)	0.5 - 2.0	250	1
Uran*	1.1 (n=19)	0.2 - 5.4	30***	18
Zink	2.6 (n=22)	0.5 - 30	5'000	1

\* Umgerechnet von der <sup>238</sup>U-Aktivität auf die nat. Urankonzentration

\*\* Umgerechnet von der <sup>232</sup>Th-Aktivität auf die nat. Thoriumkonzentration

\*\*\* geplanter Grenzwert für die Schweiz. In Deutschland beträgt der Grenzwert 10 µg/L. Trinkwasser zur Herstellung von Babynahrung ist auf 2 µg/L limitiert.

\*\*\*\* prozentuale Ausschöpfung bei Verwendung des Höchstwertes

- Die Analyse auf Tritium ergab einen Mittelwert von 4 Bq/L. In 25 Proben konnte Tritium nachgewiesen werden. Der Höchstwert betrug 10 Bq/L. Der Toleranzwert von 1000 Bq/L war eingehalten.
- Künstliche Radionuklide konnten in einem Mineralwasser nachgewiesen werden. Es handelte sich um Spuren von <sup>137</sup>Cs (0.02 Bq/L) weit unterhalb des Toleranzwertes von 10 Bq/L.
- Alphanuklide der natürlichen Zerfallsreihen des Urans und des Thoriums konnten in praktisch allen Mineralwässern in Spuren nachgewiesen werden. Die entsprechenden Summengrenzwerte waren jedoch durchwegs eingehalten (siehe nachfolgende Tabelle).

Alphanuklid alle Werte in mBq/L	Mittelwert von n Messwerten	Bereich	Gesetzlicher Grenzwert	prozentuale Ausschöpfung Höchstwerte
<sup>234</sup> U	23 (n=19)	2 - 63		
<sup>238</sup> U	14 (n=19)	2 - 68	10'000	3%
<sup>224</sup> Ra	11 (n=14)	2 - 199		
<sup>228</sup> Th	2 (n=5)	1 - 4		
<sup>226</sup> Ra	8 (n=17)	2 - 65		
<sup>230</sup> Th	2 (n=5)	1 - 4	1'000	8%
<sup>232</sup> Th	3 (n=11)	2 - 8		
<sup>210</sup> Po	3 (n=7)	0 - 6		

Erwartungsgemäss war das Tochternuklid des Radiums, Radon-222, in keiner Probe nachweisbar. Beim Produktionsprozess wird das flüchtige Radon aus dem Wasser ausgegast.

- Die geschätzte, maximale Dosis durch Alphastrahler bei täglichem Konsum von einem Liter Mineralwasser ergibt ca. 9 µSv/a und ist als unbedeutend zu erachten.

<sup>4</sup> Borwerte über 500 µg/L weisen auf eine Beeinträchtigung des Grundwassers hin.

<sup>5</sup> Von der WHO empfohlener Richtwert für Trinkwasser. World Health Organization: Guidelines for drinking water quality, Vol 2, 193.

Alphastrahler	$e_{\text{ing}}^6$ (Sv/Bq)	Höchstwert (mBq/L)	Jährlicher Dosis- beitrag ( $\mu\text{Sv}$ )
$^{234}\text{U}$	$4.9 \cdot 10^{-8}$	63	1.1
$^{238}\text{U}$	$4.4 \cdot 10^{-8}$	68	1.1
$^{226}\text{Ra}$	$2.8 \cdot 10^{-7}$	65	6.7
$^{232}\text{Th}$	$3.4 \cdot 10^{-9}$	2	0.002
$^{210}\text{Po}$	$2.4 \cdot 10^{-7}$	6	0.5
<b>TOTAL</b>			<b>9.4</b>

### Schlussfolgerungen

Die Untersuchung bestätigt, dass auch Mineralwässer Spuren von Umweltkontaminantien aufweisen können. Bei allen untersuchten Proben waren die Toleranz- und Grenzwerte eingehalten. Selbst bei Annahme des strengeren Grenzwerts der WHO (15  $\mu\text{g/L}$  bzw. 190 mBq/L) liegt für Uran keine Grenzwertüberschreitung vor<sup>7</sup>. Beim kritischsten der untersuchten Nuklide,  $^{226}\text{Ra}$ , wurde nur eine Grenzwertausschöpfung von 10% festgestellt.

Trotz diesen erfreulichen Befunden ist eine intensive Überwachung der Trink- und Mineralwässer auf natürliche Radionuklide notwendig. Der Vergleich mit der Untersuchung von 2006 zeigt, dass die Mineralwässer grösseren Aktivitätsschwankungen unterworfen sind. Eine periodische Kontrolle ist deshalb unerlässlich.

### Massnahmen

Aufgrund der erfreulichen Befunde waren keine Massnahmen erforderlich.

<sup>6</sup> Ingestionsfaktor: Beurteilungsgrösse für die Strahlenbelastung durch Inkorporation. Die Aufnahme von 1 Bq des betreffenden Nuklids führt zur angegebenen effektiven Folgendosis

<sup>7</sup> Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR): Uran in natürlichen Mineral- und anderen, zum Verzehr bestimmten Wässern. Stellungnahme des BfR vom 3. 3. 2004.