



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement des Innern EDI

Bundesamt für Gesundheit BAG
Direktionsbereich Verbraucherschutz

Radium-226 in Wasserproben aus der ehemaligen Deponie Lischenweg Biel/Bienne

3. Juli 2014

P. Steinmann, S. Estier

Sektion Umweltradioaktivität (URA)

Bundesamt für Gesundheit (BAG)

CH-3003 Bern

Radium-226 in Wasserproben aus der ehemaligen Deponie Lischenweg Biel/Bienne

Radiumfunde in der Deponie Lischenweg

Im November 2012, im August 2013 und im Januar 2014 wurden bei den Bauarbeiten für die Autobahn A5 auf der ehemaligen Deponie Lischenweg in Biel mit Radium-226 kontaminierte Abfälle gefunden.

Aufgrund der Informationen die dem Bundesamt für Gesundheit (BAG) zur Radium-Kontamination auf der genannten Deponie vorliegen, wird die potentielle Gefährdung der Bevölkerung und der Umwelt als sehr gering eingestuft. Auch die Dosimeter der Arbeiter, die am offenen Teil der Deponie bei der Trennung und Entsorgung der Abfälle gearbeitet haben, zeigten keine messbare zusätzliche Strahlendosis.

Um jegliche Gefährdung der örtlichen Bevölkerung ausschliessen zu können, hat das BAG dennoch beschlossen, weiterführende Messungen im bewohnten Teil der ehemaligen Deponie, ausserhalb der Baustelle des Autobahnbaus durchzuführen. Dieses Überwachungsprogramm beinhaltet einerseits das Messen der Verteilung der vorhandenen natürlichen und künstlichen Radionuklide im Boden, um die jeweiligen Dosisbeiträge durch externe Strahlung zu errechnen sowie andererseits die Analyse von Wasserproben von Drainagewasser der Deponie. Die Messungen der externen Strahlung sind im „Messbericht Lischenweg“ vom 26.6.2014 publiziert und zeigen keine Gesundheitsgefährdung auf der Deponie Lischenweg. Die Wasser-Analysen sind Gegenstand des vorliegenden Berichtes.

Am Standort der Deponie Lischenweg hatte man früher Torf abgebaut. Die entstandene Torfgrube wurde zwischen 1940 und 1960 zunächst mit Siedlungsabfällen und dann mit Bauschutt aufgefüllt. Das Bestehen eines Torfmooses weist darauf hin, dass der Untergrund durch die natürlichen Sedimente (tonige und lehmige Verlandungssedimente) gut gegen unten abgedichtet ist. Die generelle Fliessrichtung des in der Deponie gestauten

Wassers ist gegen Süden, Richtung Aare. Wie die hier dokumentierten Messungen zeigen, liegt in der Deponie kein zusammenhängender „Grundwassersee“ vor, sondern es handelt sich eher um voneinander isolierte Wassertaschen. Das Grundwasser unterhalb der Deponie ist durch die erwähnte undurchlässige Sedimentschicht von der Deponie getrennt.

Hintergrundinformationen zu Radium-226

Radium-226 (Ra-226) ist ein natürlich vorkommendes radioaktives Isotop, das beim Zerfall von Uran-238 (U-238) entsteht. Die Halbwertszeit – also die Zeit bis die Hälfte der Atome spontan zerfallen – beträgt 1'600 Jahre. Die Zerfallsprodukte von Radium sind ebenfalls radioaktiv, weshalb man von einer Zerfallsreihe spricht. Die gesamte Zerfallsreihe vom U-238 bis zum stabilen Blei-206 (Pb-206) ist in Abbildung 1 dargestellt.

Die radioaktiven Folgeprodukte von Ra-226 (von Rn-222 bis Po-214) haben viel kürzere Halbwertszeiten, wodurch das säkulare Gleichgewicht – also der Zeitpunkt zu dem die Aktivität der Tochternuklide der Aktivität des Mutternuklid entspricht – nach ca. 40 Tagen erreicht wird. Somit ist Ra-226 meist durch seine Folgeprodukte begleitet.

Radium-226 sowie einige seiner Folgeprodukte sind Alpha-Strahler mit einem geringen Gamma-Strahlungsanteil, ihr Dosisbeitrag erfolgt somit primär über den Inkorporationsweg (Inhalation und Ingestion). Andere Folgeprodukte (namentlich Pb-214 und Bi-214) sind Beta-Gamma-Strahler und leisten ihren Dosisbeitrag durch externe Bestrahlung.

In der Natur kommt Radium-226 vor allem in Gesteinen und Böden vor. Wie hoch der Ra-226-Anteil ist hängt von der Konzentration seines Vorgängers, dem Uran, ab. Übliche Ra-

226-Aktivitäten in Gesteinen bewegen sich im Bereich von einigen 10 Becquerel pro Kilogramm (Bq/kg), sie können jedoch bei sehr uranreichen Gesteinen viel höher sein. In der Schweiz liegt der natürliche Ra-226-Anteil im Boden üblicherweise bei ca. 20 bis 50 Bq/kg. Die spezifische Aktivität von Ra-226 im Wasser ist meist tief und bewegt sich zwischen 0.001 und 0.01 Bq/l in Oberflächengewässern und Grundwasser, kann aber bei gewissen Mineralquellen bei 1 bis 2 Bq/l liegen.

Radium wurde 1898 entdeckt und fand aufgrund seiner radioaktiven Eigenschaften

schnell weite Verbreitung in zahlreichen Anwendungsfeldern. Es wurden industrielle Verfahren entwickelt, um Radium zu extrahieren und anzureichern, daher spricht man von künstlichem Radium. Zwischen 1910 und 1960 kam Radium in der Schweiz verbreitet zu Anwendung, insbesondere bei der Herstellung von Leuchtfarbe für die Uhrenindustrie. In dieser Zeit wurden Abfälle aus diesem Bereich in herkömmlichen Deponien entsorgt. In der Schweiz wurde die Verwendung von Radium erstmals durch die Verordnung vom 19. April 1963 über den Strahlenschutz eingeschränkt.

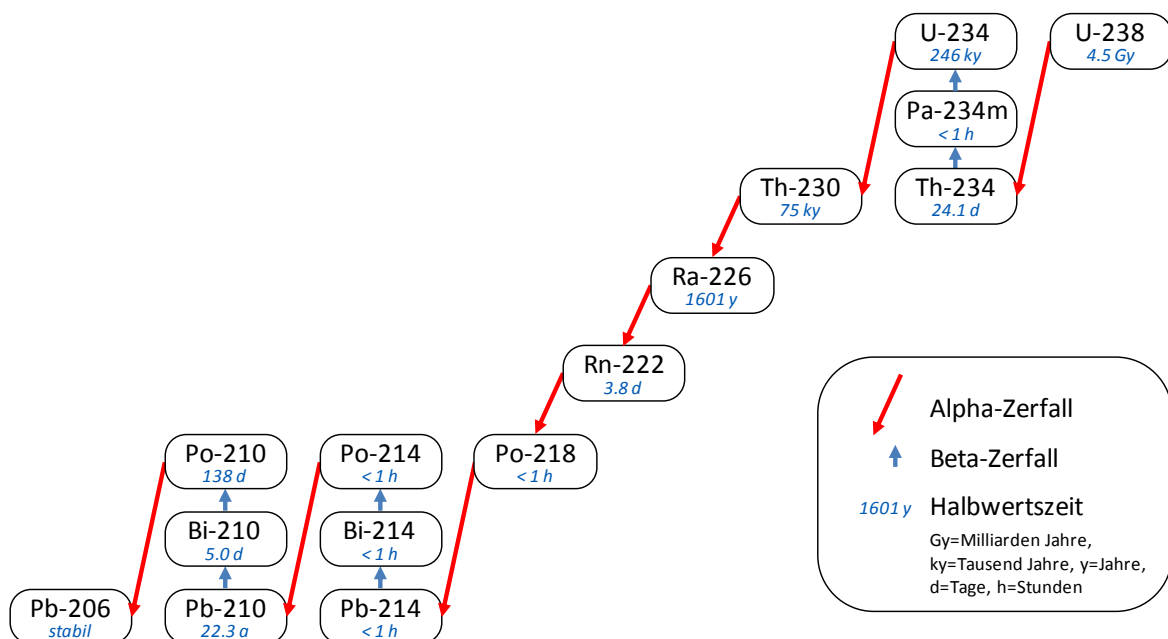


Abbildung 1:
Natürliche Zerfallsreihe von U-238

Probenahme und Analytik

Um Wasserproben aus der ehemaligen Deponie Lischenweg zu entnehmen hat die Firma Geotest am 28.5.14 sieben Piezometer installiert (Pm1 - Pm7, Abbildung 2). Unter diesen Piezometern muss man sich fünf Meter lange Eisenrohre vorstellen, die in den Boden gerammt sind. Die untere Hälfte der Rohre ist mit Löchern versehen, durch welche Wasser aus der Deponie in die Rohre hineinfließen kann.

Eine Woche nach der Installation wurden aus den Piezometern Wasserproben (je ca. 1 Liter) für die Analyse von Ra-226 entnommen. Neben den 7 Piezometern wurden auch 3 Bohrlöcher von bestehenden Kernbohrungen (KB, Abbildung 1) beprobt.

Der pH-Wert, die Leitfähigkeit, Redox-Potential und Wassertemperatur wurden von der Firma Geotest vor Ort bestimmt. Die Ra-226-Messungen erfolgten am Institut de Radiophysique in Lausanne. Zusätzlich wurden

im BAG Tritium und an einigen Proben Radon-222 analysiert.

Für die Ra-226 Bestimmung wurden die Proben im Labor zunächst angesäuert und dann filtriert. Nach Zusetzen eines sogenannten Tracers (Ra-225) wurden die Radium-Isotope

als Sulfat ausgefällt. Es folgte die chemische Abtrennung von Radium auf einer Dowex 50x8 Säule und die Elektroplattierung auf eine Silberdisk. Die Messung der Radium-Isotope erfolgte dann mittels Alphaspektrometrie. Tritium und Radon wurden mit Flüssigszintillation bestimmt.



Abbildung 2:

Standorte der Piezometer (Pm) und der Kernbohrungen (KB) in der ehemaligen Deponie Lischenweg (rote Linie). Karte: Swisstopo (map.admin.ch)

Messergebnisse

Die Messergebnisse sind in Tabelle 1 zusammengestellt und zeigen, dass das Wasser in der Deponie sehr heterogen in seiner Zusammensetzung ist. Die Leitfähigkeit ändert sich um mehr als einen Faktor 6 und der pH-Wert variiert um eine Grössenordnung. Dies bedeutet, dass das Deponiewasser in voneinander isolierten Wassertaschen vorliegt und kein einheitliches Vorkommen bildet. Die gemessenen Redoxpotentiale zeigen, dass das Deponiewasser im Vergleich zu typischem Grundwasser stark reduziert ist. Dies ist eine Folge des in der Deponie vorhandenen

organischen Materials (Torf, Bestandteile des Siedlungsabfalles). Auch die Leitfähigkeit mit Werten bis über 3000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ unterscheidet sich deutlich von typischem Grundwasser (100 - 840 $\mu\text{S}/\text{cm}$).

Beim Radium-226 Gehalt unterscheiden sich sechs der zehn untersuchten Proben mit Werten zwischen 7 und 17 mBq/l nicht von unkontaminierten Grundwasserproben. Bei drei der Proben liegt der Ra-226 Gehalt um die 40 mBq/l und eine Probe enthält 173 mBq/l Ra-226. Für die Deponie Lischenweg weisen die 4

erhöhten Werte auf das Vorhandensein von Ra-226 in den Abfällen hin. Es gibt zwar auch natürliche Wasserquellen, die bis zu 50 mBq/l Ra-226 oder mehr enthalten, diese stehen aber in einem geologischen Zusammenhang mit Uran-reichen Gesteinen.

Beim Radon liegen die Werte durchaus im Bereich wie er für Grundwasser im allgemeinen üblich ist. Das Zusammentreffen des höchsten

Radonwertes (50 Bq/l) mit dem höchsten Radium-Wert, lässt aber vermuten, dass auch hier ein Zusammenhang mit Radium aus Abfällen in der Deponie gegeben ist.

Die beobachteten Tritiumgehalte liegen alle unterhalb von 10 Bq/l, das heisst, dass in der Deponie Lischenweg keine Tritium-haltigen Abfälle entsorgt wurden.

Tabelle 1:
Resultate der Messungen

Probe	Ra-226 mBq/l	pH	Leitfähigkeit uS/cm	redox mV	Rn-222 Bq/l	Tritium Bq/l
Pm 1	8.5 ± 1.2	8.1	501	-234	n.g.	<10
Pm 2	9.3 ± 1.1	n.g.	676.0	n.g.	n.g.	<10
Pm 3	7.4 ± 1.0	n.g.	502.0	n.g.	n.g.	<10
Pm 4	36.9 ± 3.7	n.g.	n.g.	n.g.	n.g.	<10
Pm 5	41.6 ± 4.2	7.3	1315	n.g.	13 ± 1.3	<10
Pm 6	173 ± 18	7.5	1473	n.g.	50.7 ± 4.1	<10
Pm 7	9.1 ± 1.3	7.0	3220	-173	9.6 ± 1.1	<10
KB 08/4	9.9 ± 1.4	7.1	740	-30	13 ± 1.2	<10
KB 09/8	42.9 ± 4.3	7.0	901	-136	26.4 ± 2.3	<10
KB 10/12	16.7 ± 2.1	7.0	1747	-147	<3	<10

n.g.: nicht gemessen

Abschätzung des gesundheitlichen Risikos

Aufgrund der vorliegenden Messungen kann ein gesundheitliches Risiko durch Ra-226 im Wasser der Deponie Lischenweg ausgeschlossen werden. Bei 4 von 10 Proben wurden zwar erhöhte Werte gefunden welche mit grosser Wahrscheinlichkeit von Ra-226 Abfällen in der Deponie stammen. Aber selbst der höchste Ra-226 Wert im Deponiewasser liegt unterhalb der Grenzwerte für Ra-226 in Trinkwasser. Für die Schweiz gilt im Trinkwasser gemäss der Fremd- und Inhaltsstoffverordnung ein Grenzwert von 1000 mBq/l für „Radionuklide der Uran- und Thoriumreihe, Gruppe II“, zu welcher Ra-226 gehört. Die EU-Richtlinie zu radioaktiven Stoffen in Wasser für den menschlichen Gebrauch nennt für Ra-226 einen abgeleiteten Wert von 500 mBq/l. Dieser Wert bedeutet, dass bei dauerhaftem Konsum von Trinkwasser mit 500 mBq/l Ra-226 eine Jahresdosis von 0.1

mSv (milli-Sievert) resultiert. Zum Vergleich: die zulässige Jahresdosis durch künstliche Radionuklide beträgt 1 mSv pro Jahr und die durchschnittliche Strahlendosis in der Schweiz liegt bei rund 5 mSv pro Jahr und Person. Die Grenzwerte für Ra-226 im Trinkwasser sind nicht auf Deponiewässer anwendbar. Sie zeigen aber, dass eine Gefährdung des Trinkwassers durch Ra-226 nicht gegeben ist: auch wenn Deponiewasser austreten würde, wären die Ra-226 Konzentrationen im Grundwasser – durch Verdünnung und andere Prozesse – deutlich unterhalb der Grenzwerte. Im Fall der Deponie Lischenweg kommt dazu, dass das Grundwasser im Einflussbereich der Deponie nicht für die Trinkwasserversorgung genutzt wird.