

gewicht von 2 bis 5 Gramm Zahnmaterial zu erhalten, wurden mehrere Milchzähne gleicher Jahrgänge und gleichen Geschlechts zu einer Messprobe zusammengezogen (Pooling). Aufgrund der ohnehin schon geringen Probenmenge wurden die Milchzähne als Ganzes untersucht, also nicht in Enamel, Dentin und Cementum unterschieden. Trotz dieses Poolings gab es Messungen unterhalb der Bestimmungsgrenze. Diese Messungen wurden mit dem Wert der halben Bestimmungsgrenze in die Auswertung miteinbezogen. Die Resultate wurden dann nach Geburtsjahr sortiert und innerhalb des Geburtsjahres statistisch bewertet. Dabei wurden Ausreisser mit Hilfe des Duncan-Tests ermittelt und eliminiert. Es verblieben 201 um Ausreisser bereinigte Einzelwerte.

### Analytik des Radiostrontiums

Die Analyse auf Strontium ist relativ aufwendig, da im Gegensatz zur Gammaskopie, die störende Matrix (in Zähnen ist dies hauptsächlich Calciumhydroxyapatit) vor der eigentlichen Analyse eliminiert werden muss. Nach dieser Reinigung wird das Tochterisotop  $^{90}\text{Y}$  vom Radiostrontium durch mehrmalige chemische Fällung abgetrennt und dann betaspektrometrisch über mehrere Tage ausgemessen. Ist das hergestellte Messpräparat zu wenig rein, so zeigt sich dies an einer zu hohen Halbwertszeit für das  $^{90}\text{Y}$ , theoretisch 64 Stunden). Die Messung muss nach Erreichen des säkularen Gleichgewichts zwischen  $^{90}\text{Y}$  und  $^{90}\text{Sr}$  in der rückgestellten  $^{90}\text{Sr}$ -Lösung nach erneuter Abtrennung des  $^{90}\text{Y}$  und dessen  $\beta$ -Messung wiederholt werden.

### Resultate

#### Gesamtbetrachtung

Die  $^{90}\text{Sr}$ -Mittelwerte von 1999 bis 2009 liegen in einem engen Bereich zwischen 10 und 90 mBq/gCa. (Abbildung 2)

Aufgrund der relativ hohen Streuung innerhalb der einzelnen Geburtsjahre kann ein Trend der Messwerte nicht prognostiziert werden. Für einige Jahrgänge sind noch zu wenige Daten vorhanden, um verlässliche Mittelwerte anzugeben.

Die Strontiumwerte in Milchzähnen der „Vorperiode“ vor 2011 liegen zwischen 50 bis 100 mBq/gCa. Vergleichbare Werte von Messungen der Jahre 1992 bis 1999 wurden von Mari Takenouchi mitgeteilt. Der Mittelwert dieser Jahre betrug 81 mBq/gCa und das Zahnmaterial stammte ausschliesslich von japanischen Kindern [6]. Auf alle Fälle scheinen japanische Kinder deutlich belasteter zu sein als beispielsweise Schweizer Kinder. In der Schweiz liegen die Durchschnittswerte bei Radiostrontium zwischen 10 und 20 mBq/gCa [7].

#### Auswertung nach Herkunft der Kinder (Präfektur)

In Tabelle 1 sind die Resultate nach Präfektur geordnet dargestellt. Die Mittelwerte sind aufgrund der grossen Streubreite innerhalb der Präfekturen meist deutlich höher als die Medianwerte. Fünf Messwerte waren ohne Angabe der Präfektur: Ein Milchzahn stammte von einem Kind, das sich zu dieser Zeit offenbar in der Ukraine aufgehalten hatte. Diese Werte mussten unberücksichtigt bleiben.

Die Daten weisen eine hohe Streuung innerhalb der Präfekturen auf, sodass Aussagen über eine unterschiedliche, geographische Belastung derzeit nicht möglich sind.

#### Geschlechtsspezifische Unterschiede

Die Radiostrontium-Daten wurden nach Geburtsjahr und Geschlecht bewertet. Tabelle 2 zeigt keine signifikanten Unterschiede zwischen Mädchen und Knaben. Zu gross ist die

Variation der Werte innerhalb der Jahrgänge. (Tabelle 2)

### Zusammenfassung

Die Analysen der ersten 200 Milchzähne japanischer Kinder ergaben eine mittlere Belastung mit  $^{90}\text{Sr}$  um 50 bis 100 mBq/gCa. Die Geburtsjahre reichen momentan bis 2009 zurück. Noch konnten keine Milchzähne von Kindern untersucht werden, die im Jahre 2011 geboren worden sind. Es bleibt abzuwarten, ob die Belastung ansteigen wird. Ein signifikanter Anstieg der Radiostrontium-Belastung wird durch Studien von Rinderzähnen von Tieren aus der Evakuierungszone belegt. Die Belastung der Molaren ist mit 550 mBq/gCa signifikant höher als bei Vieh aus einer Vergleichsregion wie auch höher als bei Tieren, deren Dentition vor dem Unfall bereits abgeschlossen war. Es wurde ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Zahnbelastung und der Bodenkontamination festgestellt [8]. Bei der Auswertung unserer eigenen Daten wurden wie erwähnt einige Ausreisser eliminiert. Es handelte sich dabei um 22 Zahnproben mit Werten um 400 bis 500 mBq/gCa sowie einem sehr hohen Wert von beinahe 2000 mBq/gCa. Dieses Zahnmaterial stammte aus den Präfekturen Chiba (5), Fukushima (9), Saitama (3) und Tokyo (2). Die Messungen werden fortgesetzt.

### Literatur

- [1] Povinec, P., Hirose, K., Aoyama, M. Radiostrontium in the Western North Pacific: Characteristics, Behavior, and the Fukushima Impact. *Environ.Sci.Technol.* 2012, 46, 10356-10363.
- [2] Kazuhiko Inoue, Ichiro Yamaguchi. Studies on the accumulation of radionuclides (strontium, plutonium) emitted from the Fukushima No.1 nuclear power plant accident into human milk teeth, *Jpn Clin Ecol* 22, No2. 2013.102-113.
- [3] Strahlentelex: Netzwerk Milchzähne Aufbewahren in Japan gegründet, Nr. 700-701 (3. 2016). Direkter link: <http://pdn311.town-web.net/english>

[4] United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR). Sources, effects and risks of ionizing radiation. UNSCEAR 2013 Report. Vol 2, Annex B: effects of radiation exposure of children, 65.

[5] ECRR: 2010 Recommendations of the European Committee On Radiation Risk, Brussels 2010, Annex A.

[6] Mari Takenouchi, persönliche Mitteilung.

[7] Froidevaux P., Straub, M., Barraud, F., Pedro M., Bochud F. Mesure de  $^{90}\text{Sr}$  dans les vertèbres et les dents de lait. In: Umweltraadioaktivität und Strahlendosen in der Schweiz 2013, Bundesamt für Gesundheit, Bern., 109-111.

[8] Kazuma Koarai et al.  $^{90}\text{Sr}$  in teeth of cattle abandoned in evacuation zone: Record of pollution from the Fukushima-Daiichi Nuclear Power Plant accident. *Scientific Reports*, 6:24077/DOI10.1038/srep24077.[Internet]:

[www.nature.com/scientificreports](http://www.nature.com/scientificreports)

### Katastrophenplanung

## Jodtabletten wegen des belgischen AKWs Tihange auch in Aachen

Nachdem Belgien sich entschieden hat, Kaliumjodidtabletten an alle Menschen im Umkreis von 100 Kilometern rund um das Atomkraftwerk Tihange zu verteilen, soll dies nun auch in den angrenzenden deutschen Kreisen Heinsberg sowie der Region Aachen und Düren geschehen. Aachen liegt nur 70 Kilometer vom AKW Tihange entfernt. Dies erfuhr der Euskirchener Landrat Günter Rosenke bei einem Gespräch mit Innenminister Ralf Jäger in Düsseldorf. Das meldete das Internetmagazin [umweltruf.de](http://umweltruf.de) am 23. Mai 2016. Bei einem atomaren Unfall soll durch die Tabletten die Aufnahme von radioaktivem Jod verhindert werden, was jedoch nicht vor den vielen anderen radioaktiven Stoffen

fen schützt, die im Katastrophenfall durch die Luft getragen werden.

Im Kreis Euskirchen hat man sich demnach bereits frühzeitig mit dem Thema beschäftigt und bereits 120.000 Jodtabletten eingelagert, die nun auf 200.000 Stück aufgestockt werden sollen. Geplant ist, die Tabletten, die derzeit noch zentral aufbewahrt werden, kurzfristig auf die elf Kom-

munen des Kreises zu verteilen, um sie den Bürgern näher zu bringen.

Viele Detailfragen sind noch völlig unklar. „Man kann nicht einfach eine Tablette wie eine Aspirin ausgeben und das war's. Wir müssen die Bürger genau informieren“, wird Landrat Rosenke zitiert. Unklar sei auch, wann, wie und wo die Tabletten ausgegeben werden sollen. Zudem enthalte eine

Packung sechs Stück, jeder Bürger dürfe aber nur eine Tablette erhalten.

Menschen über 45 Jahre rät die Strahlenschutzkommission zum Verzicht auf Kaliumjodidtabletten. Mit dem Alter steige die Wahrscheinlichkeit von unerwünschten Nebenwirkungen.

Wichtig sei, daß die Jodtabletten im Ernstfall rechtzeitig

und sicher von den Menschen in NRW eingenommen werden können, erklärte NRW's Innenminister Ralf Jäger. Das könne auch durch eine Vorabverteilung an Freiwillige sichergestellt werden. Zu früh und zu spät eingenommene Tabletten haben jedoch keine oder eine verringerte Schutzwirkung. ●

## Endlager-Kommission

# Hohe individuelle Strahlendosen werden zugelassen und Kollektivdosen ausgeblendet

## Forderungen und Kommentar zur Frage der erforderlichen Sicherheit eines Lagers für hoch radioaktive und Wärme entwickelnde Atomabfälle

Von Werner Neumann<sup>1</sup>

Die in der sogenannten Endlager-Kommission des Deutschen Bundestages bisher entwickelte Konzeption (Entwurf des Berichts Kapitel 6.5.1.- erste Lesung 24.3.2016)<sup>2</sup> setzt wesentlich auf dem Konzept des Bundesumweltministeriums (BMU) zu den „Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung wärmeentwickelnder radioaktiver Abfälle“ an. (BMU 30.10.2010; Kommissions-Material K-MAT 10<sup>3</sup>). Demnach wird einerseits

ein hoher Schutzstandard eingefordert. Dieser wird jedoch über ein „schrittweises“ Konzept operationalisiert. Kernpunkt ist dabei die Anforderung (also das Kriterium zur Prüfung von Lagerstandorten), dass „für wahrscheinliche Entwicklungen durch Freisetzung von Radionukliden (...) für Einzelpersonen der Bevölkerung nur eine zusätzliche jährliche effektive Dosis im Bereich von 10 µSv im Jahr auftreten kann“. Für „weniger wahrscheinliche Entwicklungen“ soll eine maximale Dosis von 100 Mikrosievert (µSv) im Jahr nicht überschritten werden.

Dieses Konzept folgt bezeichnenderweise dem Konzept der Freigabe umfangreicher Mengen radioaktiver Stoffe aus dem Abriss von Atomanlagen. Dieses Konzept lehnt der Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V. (BUND) ab. Es beruht auf willkürlicher Festlegung von absoluten Risiken für die Bevölkerung durch die Internati-

[9904/91e0daa80e9a895923c6f250f1071dca/kmat\\_10-data.pdf](http://www.bundestag.de/blob/259904/91e0daa80e9a895923c6f250f1071dca/kmat_10-data.pdf)

onale Atomenergieagentur (IAEA). Es setzt eine unbegrenzte Zahl von Menschen einem Strahlenrisiko aus, vor dem sie sich nicht schützen können, da im Falle der Freigabe die radioaktiven Stoffe nicht als radioaktiv gekennzeichnet sind und ihr Verbleib nicht verfolgt wird.

Im Fall einer Lagerung hoch radioaktiver Abfälle ist davon auszugehen, dass es – wie es Wahrscheinlichkeiten von Störfällen oder Bruch von Barrieren mit sich bringen – eine Prüfung und Kontrolle nicht geben kann und eine mögliche Dosis weder vorhersehbar ist noch Betroffene sich dagegen schützen können. Umso mehr muss ein hoher Schutzstandard gesetzt werden. Dieser kann aber nicht aus einer zu akzeptierenden Strahlenbelastung, sondern muss aus den aus heutiger Sicht machbaren Rückhaltebarrieren (Behälter, weitere Ummantelungen, umschließende Gesteinsformation(en)) abgeleitet werden. Nur in diesem Sinne eines „best möglichen“ Standortes kann Sicherheit definiert werden.

Als Bezugsbasis setzte das BMU 2010 die „natürliche“ Strahlenbelastung, von der ausgehend eine zu akzeptierende Strahlenbelastung von 10 µSv pro Jahr als Bezugspunkt und Nachweis für die Genehmigung einer Lagerstätte definiert wird. Der Bezug auf eine ohnehin vorhandene Strahlenbelastung oder eine als „de minimis“ titulierte zusätzliche Strahlendosis verkennt jedoch die Maxime des

Strahlenschutzes, dass jede zusätzliche Strahlendosis vermieden werden sollte und eine Bezugnahme auf ein ohnehin vorhandenes Risiko durch natürliche Strahlenbelastung kein Kriterium ist, um zusätzliche Belastungen zu beurteilen und zu rechtfertigen. Das Konzept des BMU umgeht durch diese zu akzeptierende Schwellendosis die Pflicht zur Minimierung. Der alleinige Bezug auf eine zusätzlich zulässige Strahlenbelastung umgeht allerdings die Festlegung eines politisch, wissenschaftlich und vor allem gesellschaftlich zu definierenden zusätzlichen Risikos.

Die Strahlendosis von 10 µSv pro Jahr wird beim BMU als ein Wert beschrieben, der die aus der natürlichen Strahlenbelastung resultierenden Risiken nur „sehr wenig“ erhöhen würde (Punkt 4.2). Allerdings kann dies kein Bezugspunkt sein, sondern im Grunde genommen nur ein zusätzliches Risiko als solches. Die Existenz natürlicher Strahlenbelastungen kann keine Legitimation für Grenzwerte für von Menschen gemachter und von Menschen beeinflussbarer Strahlenbelastung sein.

Umso mehr ist zu beachten, dass die Grenze von 10 µSv pro Jahr in Zeiten entwickelt wurde, als das Strahlenrisiko für Krebs noch bei 0,01 pro Sievert angenommen wurde. Inzwischen wurde der Risikofaktor durch die Internationale Strahlenschutzkommission (ICRP) auf 0,05 pro Sievert erhöht. Neuere Studien (Osaza

<sup>1</sup> Dr. Werner Neumann, Mitglied in der BUND Atom- und Strahlenschutzkommission (BASK) und im Arbeitskreis Atom- und Strahlenschutz des Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V. (BUND)

<sup>2</sup> Bericht der Kommission Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe, Entwurf, Kapitel 6.5.1, [http://www.bundestag.de/blob/422324/452f77e60887fa4b0275d9407437e801/drs\\_202c-data.pdf](http://www.bundestag.de/blob/422324/452f77e60887fa4b0275d9407437e801/drs_202c-data.pdf)

<sup>3</sup> BMU: Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung wärmeentwickelnder radioaktiver Abfälle (Stand 30. Sept. 2010), Kommission Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe, K-MAT 10 v. 18. Sept. 2014, <http://www.bundestag.de/blob/32>