

tränke/Jahr  $\times$  [100 Bq/kg  $\times$  (2,1E-8 Sv/Bq Cs-137 + 2,6E-8 Sv/Bq Cs-134) + 125 Bq/kg  $\times$  2,3E-7 Sv/Bq Sr-90 + 1 Bq/kg  $\times$  4,2E-6 Sv/Bq Pu-239 + 300 Bq/kg  $\times$  1,8E-7 Sv/Bq I-131] + 80,5 kg andere Lebensmittel/Jahr  $\times$  [250 Bq/kg  $\times$  (2,1E-8 Sv/Bq Cs-137 + 2,6E-8 Sv/Bq Cs-134) + 750 Bq/kg  $\times$  2,3E-7 Sv/Bq Sr-90 + 10 Bq/kg  $\times$  4,2E-6 Sv/Bq Pu-239 + 2000 Bq/kg  $\times$  1,8E-7 Sv/Bq I-131] = 62,8 mSv/Jahr

10. 260 kg Milch und Getränke/Jahr  $\times$  [100 Bq/kg  $\times$  (1,2E-8 Sv/Bq Cs-137 + 1,6E-8 Sv/Bq Cs-134) + 125 Bq/kg  $\times$  7,3E-8 Sv/Bq Sr-90 + 1 Bq/kg  $\times$  4,2E-7 Sv/Bq Pu-239 + 300 Bq/kg  $\times$  1,8E-7 Sv/Bq I-131] + 154 andere Lebensmittel kg/Jahr  $\times$  [250 Bq/kg  $\times$  (1,2E-8 Sv/Bq Cs-137 + 1,6E-8 Sv/Bq Cs-134) + 750

Bq/kg  $\times$  7,3E-8 Sv/Bq Sr-90 + 10 Bq/kg  $\times$  4,2E-7 Sv/Bq Pu-239 + 2000 Bq/kg  $\times$  1,8E-7 Sv/Bq I-131] = 82,8 mSv/Jahr

11. 260 kg Milch und Getränke/Jahr  $\times$  [100 Bq/kg  $\times$  (9,6E-9 Sv/Bq Cs-137 + 1,3E-8 Sv/Bq Cs-134) + 125 Bq/kg  $\times$  4,7E-8 Sv/Bq Sr-90 + 1 Bq/kg  $\times$  3,3E-7 Sv/Bq Pu-239 + 300 Bq/kg  $\times$  1,0E-7 Sv/Bq I-131] + 280 kg andere Lebensmittel/Jahr  $\times$  [250 Bq/kg  $\times$  (9,6E-9 Sv/Bq Cs-137 + 1,3E-8 Sv/Bq Cs-134) + 750 Bq/kg  $\times$  4,7E-8 Sv/Bq Sr-90 + 10 Bq/kg  $\times$  3,3E-7 Sv/Bq Pu-239 + 2000 Bq/kg  $\times$  1,0E-7 Sv/Bq I-131] = 78,4 mSv/Jahr

12. 320 kg Milch und Getränke/Jahr  $\times$  [100 Bq/kg  $\times$  (1,0E-8 Sv/Bq Cs-137 + 1,4E-8 Sv/Bq Cs-134) + 125 Bq/kg  $\times$  6,0E-8 Sv/Bq Sr-90 + 1 Bq/kg  $\times$  2,7E-7

Sv/Bq Pu-239 + 300 Bq/kg  $\times$  5,2E-8 Sv/Bq I-131] + 328,5 kg andere Lebensmittel/Jahr  $\times$  [250 Bq/kg  $\times$  (1,0E-8 Sv/Bq Cs-137 + 1,4E-8 Sv/Bq Cs-134) + 750 Bq/kg  $\times$  6,0E-8 Sv/Bq Sr-90 + 10 Bq/kg  $\times$  2,7E-7 Sv/Bq Pu-239 + 2000 Bq/kg  $\times$  5,2E-8 Sv/Bq I-131] = 60,1 mSv/Jahr

13. 370 kg Milch und Getränke/Jahr  $\times$  [100 Bq/kg  $\times$  (1,3E-8 Sv/Bq Cs-137 + 1,9E-8 Sv/Bq Cs-134) + 125 Bq/kg  $\times$  8,0E-8 Sv/Bq Sr-90 + 1 Bq/kg  $\times$  2,4E-7 Sv/Bq Pu-239 + 300 Bq/kg  $\times$  3,4E-8 Sv/Bq I-131] + 356 kg andere Lebensmittel/Jahr  $\times$  [250 Bq/kg  $\times$  (1,3E-8 Sv/Bq Cs-137 + 1,9E-8 Sv/Bq Cs-134) + 750 Bq/kg  $\times$  8,0E-8 Sv/Bq Sr-90 + 10 Bq/kg  $\times$  2,4E-7 Sv/Bq Pu-239 + 2000 Bq/kg  $\times$  3,4E-8 Sv/Bq I-131] = 58,0 mSv/Jahr

14. 480 kg Milch und Getränke/Jahr  $\times$  [100 Bq/kg  $\times$  (1,3E-8 Sv/Bq Cs-137 + 1,9E-8 Sv/Bq Cs-134) + 125 Bq/kg  $\times$  2,8E-8 Sv/Bq Sr-90 + 1 Bq/kg  $\times$  2,5E-7 Sv/Bq Pu-239 + 300 Bq/kg  $\times$  2,2E-8 Sv/Bq I-131] + 350,5 kg andere Lebensmittel/Jahr  $\times$  [250 Bq/kg  $\times$  (1,3E-8 Sv/Bq Cs-137 + 1,9E-8 Sv/Bq Cs-134) + 750 Bq/kg  $\times$  2,8E-8 Sv/Bq Sr-90 + 10 Bq/kg  $\times$  2,5E-7 Sv/Bq Pu-239 + 2000 Bq/kg  $\times$  2,2E-8 Sv/Bq I-131] = 33,0 mSv/Jahr

15. Nussbaum RH, Belsey E, Köhlein W: Recent Mortality Statistics for Distally Exposed A-Bomb Survivors: The Lifetime Cancer Risk for Exposure under 50 cGy (rad). *Medicina Nuclearis* 1990. 2,151-162. s. Strahlentelex 90-91 v. 04.10.1990 ●

## Fukushima

# Erste Strontium-Meßwerte aus Japan

Für Strontium gibt es in Japan keinen amtlichen Grenzwert. Das japanische Kultur- und Wissenschaftsministerium (MEXT) gab am 12. April 2011 die Ergebnisse der ersten Strontium-Messungen nach der Reaktorkatastrophe von Fukushima bekannt. Das Ministerium behauptete, daß „die Werte äußerst gering und ohne Einfluß auf die Gesundheit“ seien.

In den stark verstrahlten Orten Namie und Iitate wurden demnach zwischen dem 16. und 19. März 2011 an insgesamt 3 Stellen Bodenproben gezogen. Gefunden wurden dort Belastungen durch Strontium-89 von 13 bis 260 Becquerel pro Kilogramm (Bq/kg) und durch Strontium-90 von 3,3 bis 32 Bq/kg Boden.

Am 19. März 2011 wurden zudem an insgesamt 4 Stellen

in Otama Village, Motomiya City, Ono Town und Nishigo Village Pflanzen gesammelt und ebenfalls auf Strontium untersucht. Die Belastung mit Strontium-89 lag nach Angaben des Ministeriums zwischen 12 und 61 Bq/kg, die Belastung mit Strontium-90 bei 1,8 Bq/kg bis 5,9 Bq/kg (siehe Tabelle).

Die Zeitung Asahi Shimbun vom 13. April 2011, die über dieselbe Mitteilung des Kultur- und Wissenschaftsministeriums berichtet, ergänzt, daß die Strontium-90 Werte nur knapp 1 Tausendstel der Cäsium-137 Werte ausmachten. Bei der höchsten Strontium-90

Belastung mit 32 Bq/kg wurde gleichzeitig eine Cäsium-137-Belastung von 51.000 Bq/kg gemessen. 2 Proben wurden in Namie, eine in Iitate genommen. Die 4 „Blattgemüseproben“ wurden laut Asahi Shimbun ungereinigt analysiert.

Asahi Shimbun zitiert den Forschungskordinator des Forschungszentrums für Umwelt, Technik und Landwirtschaft mit der Aussage: „Diese [Strontium-90] Werte sind äußerst niedrig. Sie können von Kulturpflanzen leichter aufgenommen werden als Cäsium, aber bei diesen niedrigen Werten gibt es wohl kein Problem.“

Probe	Ort der Probenahme	Datum der Probenahme	Jod-131	Cäsium-134	Cäsium-137	Strontium-89	Strontium-90	Einheit
Erdboden	Namie Town [31]	17.03.2011	30.000	2.300	2.300	13	3,3	Bq/kg Feuchtmasse
Erdboden	Namie Town [32]	16.03.2011	100.000	20.000	19.000	81	9,4	Bq/kg Feuchtmasse
Erdboden	Iitate Village [33]	16.03.2011	160.000	52.000	51.000	260	32	Bq/kg Feuchtmasse
Pflanzen	Ootama Village	19.03.2011	43.000	89.000	90.000	61	5,9	Bq/kg im Rohzustand
Pflanzen	Motomiya City	19.03.2011	21.000	57.000	57.000	28	3,7	Bq/kg im Rohzustand
Pflanzen	Ono Town	19.03.2011	22.000	12.000	12.000	12	1,8	Bq/kg im Rohzustand
Pflanzen	Nishigou Village	19.03.2011	12.000	25.000	25.000	15	3,8	Bq/kg im Rohzustand

Tabelle: Erste Ergebnisse von Strontiummessungen in Erdboden und Pflanzen aus der weiteren Umgebung der havarierten Atomanlagen von Fukushima Dai-ichi. Die Meßpunkte [31], [32] und [33] befinden sich etwas außerhalb der 30-Kilometer-Zone nordwestlich der havarierten Atomanlagen von Fukushima Dai-ichi. Die Pflanzen wurden von der Präfektur Fukushima geliefert. Quelle: MEXT 12.04.2011.

Halbwertszeiten: Jod-131: 8,06 Tage, Cäsium-134: 2,06 Jahre, Cäsium-137: 30,2 Jahre, Strontium-89: 51 Tage, Strontium-90: 28,9 Jahre.

Strontium wird vom menschlichen Organismus anstelle von Kalzium in Knochen eingebaut und hat dort eine lange biologische Halbwertszeit. Strontium-90 hat zudem eine lange physikalische Halbwertszeit von knapp 29 Jahren.

### Radiojod in der Muttermilch

Untersuchungen der Muttermilch von 9 Frauen in den letzten Tagen des März 2011 ergaben bei 4 von ihnen Jodbelastungen (Jod-131) bis zu 36,3 Bq/kg Milch. Dieser höchste Wert wurde bei einer Frau aus der Stadt Kashiwa in der Präfektur Chiba gefunden. In den Städten Moriya und Tsukuba in der angrenzenden Präfektur Ibaraki wurden bei 3 Frauen Werte zwischen 31,6

Bq/kg und 6,4 Bq/kg Milch entdeckt. Dagegen lagen die Werte in der Milch von 5 Frauen aus den Präfekturen Fukushima und Miyagi unterhalb der Nachweisgrenze. Die Messungen hatte eine Bürgerinitiative namens „Muttermilchuntersuchungen – Netzwerk für Mutter und Kind“ in einem Privatlabor in Auftrag gegeben.

### Hohe Cäsium-Werte in den Reisfeldern von Iitate

In den Reisfeldern von Iitate wurde nach einem Bericht von Asahi Shimbun vom 13. April 2011 fast das 6-fache des amtlichen Cäsium-137-Grenzwerts für den Reisanbau gefunden. Dieser liegt in Japan bei 5.000 Bq/kg Boden. Ab dieser Belastung werden Auf-

lagen für den Reisanbau erteilt. Gefunden wurden, wie am 12. April bekannt gegeben wurde, 29.000 Bq Cs-137/kg Boden. Bei einer ersten Bodenuntersuchung durch die Präfektur Fukushima, die am 6. April 2011 bekannt gegeben worden war, hatte die Bodenbelastung noch das 3-fache des Grenzwertes betragen.

Ziel dieser zweiten Beprobung waren Orte, an denen schon bei der ersten Beprobung erhöhte Werte gefunden worden waren. Die Zahl der Proben wurde erhöht. In Iitate wurden statt vorher 2 nun 8 Proben genommen. Auch 4 Orte innerhalb der 30-Kilometer-Zone um Fukushima Dai-ichi, die bei der ersten Untersuchung nicht beprobt

worden waren, wurden einbezogen. In Namie wurde demnach eine Bodenbelastung von 29.000 Bq/kg Radiocäsium gefunden.

Die Präfektur, so der Bericht von Asahi Shimbun, ließ am 12. April „die Ansicht erkennen, daß außer an diesen beiden Orten die Reispflanzung überall möglich sein würde“. Auch Trockenfelder und Obstgärten sollten untersucht werden und die Ergebnisse dann bekannt gegeben werden.

Quellen: MEXT 12.04.2011, Mainichi Shimbun, Internetausgabe vom 13.04.2011 und Asahi Shimbun, Druckausgabe vom 13.04.2011. ●

### Fukushima Dai-ichi

## Die Meeresströmungen Kuroshio und Oyashio verbreiten die radioaktiven Emissionen aus Fukushima im Pazifik

**Die radioaktive Verseuchung des Pazifiks wird noch Jahrzehnte anhalten und auch den Äquator überschreiten. Das französische Institut IRSN hat eine erste Studie zur Ausbreitung der Radionuklide im Pazifik vorgelegt.**

Große Mengen stark radioaktiv kontaminiertes Wasser werden direkt aus den havarierten Anlagen von Fukushima Dai-ichi ins Meer geleitet. Die Mengenangaben werden laufend nach oben korrigiert. Die radioaktive Verseuchung des Meeres vor Fukushima stammt aber auch aus dem Eintrag durch Flüsse, die durch Regen ausgewaschene radioaktive Partikel aus dem Boden mit sich führen, und auch aus dem Fallout aus den atmosphärischen Luftschichten, den die Winde während des Unfallgeschehens zu einem recht großen Teil auf das Meer hinausbla-

sen. Gemessen werden derzeit offenbar regelmäßig Jod-131 (Halbwertszeit (Hwz) 8 Tage), Cäsium-137 (Hwz 30 Jahre), Cäsium-134 (Hwz 2,1 Jahre), Cäsium-136 (Hwz 13,1 Tage) Tellurium-132/Jod-132 (Hwz 78 Stunden). Weitere gelegentlich und in schwächerer Konzentration gefundene Radionuklide sind Tellurium 129m/Tellurium 129 (Hwz 33,6 Tage), Barium-140/Lanthan-140 (Hwz 12,7 Tage), Ruthenium-105 (Hwz 4,4 Stunden), Ruthenium-106 (Hwz 368 Tage), Molybdän-99m/Technetium-99m (Hwz 65,9 Stunden) und Kobalt-58 (Hwz 70,9 Tage).

Zur Bedeutung des radioaktiven Eintrags in den Pazifik auf die Meeresumwelt hat das Institut des Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN)<sup>2</sup> mit Hauptsitz in Fontenay-aux-Roses in Frankreich am 4. April 2011 eine erste Studie veröffentlicht.

Die wasserlöslichen Radionuklide werden durch die Meeresströmungen in den Massen der ozeanischen Wasser über sehr große Entfernungen verteilt, merkt das IRSN an. Andere Radionuklide haben die Tendenz, sich mehr oder weniger leicht mit soliden Schwebeteilchen im Wasser zu verbinden und zu einer Verschmutzung des Sediments auf den Meeresböden

<sup>2</sup> Das Institut des Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN) ist eine im Jahr 2002 per Staatsgesetz gegründete französische, technisch-wissenschaftliche Forschungs- und Sachverständigenorganisation mit Arbeitsschwerpunkt auf dem Gebiet der nuklearen Sicherheit. Es arbeitet im Auftrag der französischen Ministerien für Umwelt, Gesundheit, Industrie, Forschung und Verteidigung und ist in Deutschland vergleichbar mit der Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS).

zu führen, sobald sie sich dort abgelagert haben. Elemente mit kurzen Halbwertszeiten wie Jod-131 werden nur einige Monate nachzuweisen sein, andere wie Ruthenium-106 und Cäsium-134 werden über mehrere Jahre in der Meeresumwelt verbleiben. Cäsium-137 hat eine so lange Halbwertszeit von rund 30 Jahren, daß es notwendig sein werde es über lange Zeit in den Küstengewässern Japans aufmerksam zu verfolgen, wo es wahrscheinlich im Sediment vorhanden sein wird. Auch für Plutonium werde das so sein, erklärt das französische Institut.

In Abhängigkeit von ihrer Verweildauer und von ihren größeren oder geringeren Konzentrationen können diese Radionuklide laut IRSN bestimmte Pflanzen- und Tierarten in erheblichem Maße belasten. Es sei daher angebracht, für Meeresprodukte von den japanischen Küsten eine radiologische Überwachung einzuführen.

**Kühlwassereintrag, direkter radioaktiver Fallout und Auswaschungen aus dem Erdboden**

Seit dem 21. März 2011 wer-