

Risikokalkulation

Die japanische Regierung und die Regierungen Europas fordern mit ihren Grenzwerten Menschenopfer

Die EU paßte ihre Nahrungsmittel-Grenzwerte an die in Japan geltenden an

Die neuen geänderten Höchstwerte für den Import von Nahrungsmitteln aus Japan

(in Becquerel pro Kilogramm (Bq/kg)):

	Lebensmittel für Säuglinge und Kleinkinder	Milch und Milcherzeugnisse	Sonstige Lebensmittel, außer flüssigen Lebensmitteln	flüssige Lebensmittel
Summe der Strontiumisotope, insbesondere Strontium-90 [†]	75	125	750	125
Summe der Jodisotope, insbesondere Jod-131	100 ⁽¹⁾ (zuvor 150)	300 ⁽²⁾ (zuvor 500)	2000	300 ⁽²⁾ (zuvor 500)
Summe der Alpha-Strahlung emittierenden Isotope von Plutonium und Transplutoniumelementen, insbesondere Plutonium-239, Americium-241	1	1 ⁽²⁾ (zuvor 20)	10 ⁽²⁾ (zuvor 80)	1 ⁽²⁾ (zuvor 20)
Summe aller sonstigen Nuklide mit mehr als 10-tägiger Halbwertszeit, insbesondere Cäsium-134, Cäsium-137, außer Kohlenstoff-14 (C-14) und H-3 (Tritium)	200 ⁽²⁾ (zuvor 400)	200 ⁽²⁾ (zuvor 1000)	500 ⁽²⁾ (zuvor 1250)	200 ⁽²⁾ (zuvor 1000)

(1) „Um die Übereinstimmung mit den derzeit in Japan geltenden Grenzwerten sicherzustellen, ersetzt dieser Wert vorläufig den in der Verordnung (Euratom) Nr. 3954/87 der Kommission festgelegten Wert.“

(2) „Um die Übereinstimmung mit den derzeit in Japan geltenden Grenzwerten sicherzustellen, ersetzt dieser Wert vorläufig den in der Verordnung (Euratom) Nr. 770/90 der Kommission festgelegten Wert.“

Höchstwerte für Futtermittel in Bq/kg

Summe von Cäsium-134 und Cäsium-137	500 „Um die Übereinstimmung mit den derzeit in Japan geltenden Grenzwerten sicherzustellen, ersetzt dieser Wert vorläufig den in der Verordnung (Euratom) Nr. 770/90 der Kommission festgelegten Wert.“
Summe der Jodisotope, insbesondere Jod-131	2000 „Dieser Wert wird vorläufig festgelegt und ist der gleiche wie für Lebensmittel, bis eine Bewertung der Faktoren des Übergangs von Jod aus Futtermitteln in Lebensmittel vorliegt.“

† Anmerkung: Die Bestimmungen in Japan enthalten keine Grenzwerte für Strontium.

Wie in der vorigen Ausgabe des Strahlentelex berichtet hatte die EU-Kommission nach der Reaktorenkatastrophe von Fukushima Dai-ichi höhere neue Grenzwerte für die Belastung von Nahrungsmitteln mit Radionukliden eingeführt. Nachdem es Proteste dagegen gegeben hatte, daß diese sogar höher waren als diejenigen, die in Japan gelten, haben die Europäische Kommission und die EU-Mitgliedstaaten sich einer Mitteilung des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz vom 8. April 2011 zufolge am selben Tag in Brüssel auf die in Japan geltenden zulässigen Belastungshöchstwerte als neue Grenzwerte für die Radionuklidbelastung von Nahrungsmitteln und Futtermitteln aus Japan verständigt. Am 12. April 2011 ist diese Änderung zur Fukushima-Verordnung amtlich bekannt gemacht worden¹ (s. Tabelle). Die japanischen Werte ersetzen damit „vorläufig“ die alten Werte der EURATOM-Verordnung Nr. 779/90. „Vorläufig“ bedeutet vorbehaltlich einer erneuten Anhebung der Grenzwerte bis hin zu den Grenzwerten der alten EURATOM-Verordnung, sobald Japan seinerseits seine Grenzwerte erhöhen sollte. Der Wert für konzentrierte Erzeugnisse und Trockenerzeugnisse wird zudem „auf der Grundlage des für den unmittelbaren Verbrauch rekonstruierten Erzeugnisses berechnet“, heißt es in der EU-Verordnung, darf also entsprechend einer Verdünnung in der verzehrfertigen Form noch höher sein.

¹ Durchführungsverordnung (EU) Nr. 351/2011 der Kommission vom 11. April 2011 zur Änderung der Verordnung (EU) Nr. 297/2011 zum Erlass von Sondervorschriften für die Einfuhr von Lebens- und Futtermitteln, deren Ursprung oder Herkunft Japan ist, nach dem Unfall im Kernkraftwerk Fukushima; Amtsblatt der Europäischen Union L97/20-23 v. 12.4.2011.

Risikoberechnungen

Bei allen nachfolgenden Berechnungen werden die Vorschriften der geltenden deutschen Strahlenschutzverordnung zugrunde gelegt.¹

Bei einer Ernährung mit Radionuklidbelastungen entsprechend den vorstehend zitierten EU-Grenzwerten für Jod und mit den mittleren Verzehrsmengen gemäß Anlage VII Tabelle 1 der deutschen Strahlenschutzverordnung von 2001 ergeben sich für die Schilddrüse folgende jährliche Dosisbelastungen:

für einen Säugling (bis 1 Jahr) 760 Millisievert Schilddrüsensendosis pro Jahr²,

für ein Kleinkind von 1 bis 2 Jahren 1.390 Millisievert Schilddrüsensendosis pro Jahr³,

für ein Kind von 2 bis 7 Jahren 1.340 Millisievert Schilddrüsensendosis pro Jahr⁴,

für ein Kind von 7 bis 12 Jahren 750 Millisievert Schilddrüsensendosis pro Jahr⁵,

für einen Jugendlichen von 12 bis 17 Jahren 560 Millisievert Schilddrüsensendosis pro Jahr⁶,

für einen Erwachsenen (älter als 17 Jahre) 360 Millisievert Schilddrüsensendosis pro Jahr⁷.

Nach der deutschen Strahlenschutzverordnung von 2001, Paragraph 47, gilt ein Grenzwert für die Organdosis der Schilddrüse im Normalbetrieb von 0,9 Millisievert pro Jahr. Im Störfall ist gemäß Paragraph 49 der deutschen Verordnung eine Organdosis der Schilddrüse von 150 Millisievert zulässig, was einer sogenannten effektiven Dosis von 7,5 Millisievert entspricht.⁸ Diese Werte werden bei einer Ernährung mit den jetzt zulässigen Radiojodbelastungen in allen Fällen vielfach überschritten.

Jod-131 hat eine Halbwertszeit von 8,06 Tagen. Nach dem Ausbrennen der Nuklearanlagen von Fukushima und der Beendigung der radioaktiven

Emissionen in die Umwelt dauert es deshalb noch 7 Halbwertszeiten oder knapp 2 Monate, bis sich die Menge Jod-131 auf weniger als 1 Prozent der ursprünglichen Menge verringert hat. Das sind von 2.000 Becquerel nach knapp 2 Monaten noch circa 16 Becquerel und erst nach circa 11 Halbwertszeiten oder 88 Tagen bzw. knapp 3 Monaten hat sich eine solche Menge Jod-131 auf weniger als 1 Becquerel verringert.

Effektive Strahlendosen

Langfristig von besonderem Interesse sind zudem die längerlebigen Radionuklide wie Cäsium-134 mit 2,06 Jahren Halbwertszeit, Cäsium-137 mit 30,2 Jahren Halbwertszeit, Strontium-90 mit 28,9 Jahren Halbwertszeit und Plutonium-239 mit 24.400 Jahren Halbwertszeit.

Bisher veröffentlichten Meßergebnissen von Nahrungsmitteln aus Japan zufolge sind Cäsium-137 und Cäsium-134 jetzt in ungefähr gleichen Anteilen enthalten. Davon ausgehend und mit den genannten Grenzwerten sowie mit den mittleren Verzehrsmengen gemäß Anlage VII Tabelle 1 der deutschen Strahlenschutzverordnung von 2001 ergeben sich folgende effektive Jahresdosen:

für einen Säugling (bis 1 Jahr) 63 Millisievert Effektivdosis pro Jahr⁹,

für ein Kleinkind von 1 bis 2 Jahren 83 Millisievert Effektivdosis pro Jahr¹⁰,

für ein Kind von 2 bis 7 Jahren 78 Millisievert Effektivdosis pro Jahr¹¹,

für ein Kind von 7 bis 12 Jahren 60 Millisievert Effektivdosis pro Jahr¹²,

für einen Jugendlichen von 12 bis 17 Jahren 58 Millisievert Effektivdosis pro Jahr¹³,

für einen Erwachsenen (älter als 17 Jahre) 33 Millisievert Effektivdosis pro Jahr¹⁴.

Nach Paragraph 47 der geltenden deutschen Strahlenschutzverordnung gilt im Normalbetrieb von Nuklearanlagen „durch Ableitungen radioaktiver Stoffe mit Luft oder Wasser“ für Einzelpersonen der Bevölkerung ein Grenzwert von 0,3 Millisievert jährliche Strahlenbelastungen. Dieser Wert wird beim ausschließlichen Verzehr von festen Nahrungsmitteln und Getränken, die mit Radionukliden in Höhe der geltenden Grenzwerte belastet sind um ein Vielfaches überschritten. Er würde zum Beispiel für Erwachsene nur dann nicht überschritten, wenn nicht mehr als 0,9 Prozent derartige Nahrungsmittel verzehrt würden.

Für derartige Belastungen von 100.000 Kindern mit jeweils rund 80 Millisievert jährlich kalkuliert die Internationale Strahlenschutzkommission (ICRP), daß etwa 400 von ihnen später jährlich dadurch zusätzlich an Krebs sterben werden. Nach unabhängigen Auswertungen der Daten von Hiroshima und Nagasaki¹⁵ können es allerdings auch 10 mal mehr, also jährlich etwa 4.000 von 100.000 mit 80 Millisievert belasteten Kindern sein. Für Erwachsene, die bei solcher Ernährung mit 33 Millisievert jährlich belastet werden, wären es noch 165 bis 1.650 von 100.000, die später zusätzlich jährlich an Krebs sterben. Mit der Festlegung solcher Nahrungsmittel-Grenzwerte fordern die japanische Regierung und die Regierungen der Staaten Europas derartige Menschenopfer von ihrer Bevölkerung. Dabei ist zu beachten, daß das Konzept der sogenannten effektiven Dosis nur die Krebstodesfälle berücksichtigt, nicht jedoch die Zahl der Erkrankungen, die höher ist. Außer zu Krebserkrankungen kam es zudem nach der Reaktorkatastrophe von Tschernobyl zusätzlich zu einem starken Anstieg somatischer Erkrankungen wie der Schwächung des Immunsy-

stems, vorzeitiger Alterung, Herz-Kreislaufkrankungen schon in jungen Jahren, chronische Erkrankungen des Magens, der Schilddrüse und der Bauchspeicheldrüse sowie neurologisch-psychiatrische Erkrankungen als direkter somatischer Effekt von Niedrigdosisstrahlung.

1. Verzehrmenge in kg × Radioaktivitätskonzentration in Bq/kg × Dosiskoeffizient lt. Festlegung durch das Bundesumweltministerium vom 23.07.2001 in Sv/Bq = Dosis in Sv; 1 Sv = 1.000 Millisievert

z.B. E-6 ist eine in der deutschen Strahlenschutzverordnung verwendete bürokratische Schreibweise der korrekten mathematischen Bezeichnung von $10^{-6} = 0,000.001$

2. $(145 \text{ kg/Jahr} \times 100 \text{ Bq/kg} + 45 \text{ kg} \times 300 \text{ Bq/kg} + 80,5 \text{ kg} \times 2000 \text{ Bq/kg} + 55 \text{ kg} \times 300 \text{ Bq/kg}) \times 3,7\text{E-6 Sv/Bq} = 0,76 \text{ Sv} = 760 \text{ mSv/Jahr}$

3. $(160 \text{ kg/Jahr} \times 300 \text{ Bq/kg} + 154 \text{ kg/Jahr} \times 2000 \text{ Bq/kg} + 100 \text{ kg/Jahr} \times 300 \text{ Bq/kg}) \times 3,6\text{E-6 Sv/Bq} = 1,39 \text{ Sv/Jahr} = 1.390 \text{ mSv/Jahr}$

4. $(160 \text{ kg/Jahr} \times 300 \text{ Bq/kg} + 280 \text{ kg/Jahr} \times 2000 \text{ Bq/kg} + 100 \text{ kg/Jahr} \times 300 \text{ Bq/kg}) \times 2,1\text{E-6 Sv/Bq} = 1,34 \text{ Sv/Jahr} = 1.340 \text{ mSv/Jahr}$

5. $(170 \text{ kg/Jahr} \times 300 \text{ Bq/kg} + 328,5 \text{ kg/Jahr} \times 2000 \text{ Bq/kg} + 150 \text{ kg/Jahr} \times 300 \text{ Bq/kg}) \times 1,0\text{E-6 Sv/Bq} = 0,75 \text{ Sv/Jahr} = 750 \text{ mSv/Jahr}$

6. $(170 \text{ kg/Jahr} \times 300 \text{ Bq/kg} + 356 \text{ kg/Jahr} \times 2000 \text{ Bq/kg} + 200 \text{ kg/Jahr} \times 300 \text{ Bq/kg}) \times 6,8\text{E-7 Sv/Bq} = 0,56 \text{ Sv/Jahr} = 560 \text{ mSv/Jahr}$

7. $(130 \text{ kg/Jahr} \times 300 \text{ Bq/kg} + 350,5 \text{ kg/Jahr} \times 2000 \text{ Bq/kg} + 350 \text{ kg/Jahr} \times 300 \text{ Bq/kg}) \times 4,3\text{E-7 Sv/Bq} = 0,36 \text{ Sv/Jahr} = 360 \text{ mSv/Jahr}$

8. Entsprechend Anlage VI Teil C 2. der deutschen Strahlenschutzverordnung wird die Schilddrüse nur zu 5 Prozent gewichtet. Die Wichtung der Schilddrüse wurde mit der Begründung so niedrig angesetzt, daß sich Schilddrüsenkrebs sehr gut operieren lasse.

9. $145 \text{ kg Babynahrung/Jahr} \times [100 \text{ Bq/kg} \times (2,1\text{E-8 Sv/Bq Cs-137} + 2,6\text{E-8 Sv/Bq Cs-134}) + 75 \text{ Bq/kg} \times 2,3\text{E-7 Sv/Bq Sr-90} + 1 \text{ Bq/kg} \times 4,2\text{E-6 Sv/Bq Pu-239} + 100 \text{ Bq/kg} \times 1,8\text{E-7 Sv/Bq I-131}] + 100 \text{ kg Milch und andere Ge-}$

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, Köhnlein 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.