

Das Strahlenrisiko durch die Aufnahme radioaktiv belasteter Nahrungsmittel nach der Reaktorkatastrophe von Fukushima

Die Europäische Kommission und die EU-Mitgliedstaaten haben 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 Nahrungs- und Futtermitteln aus Japan verständigt.

Dies sind demnach (Zahlenangaben in Becquerel pro Kilogramm (Bq/kg)):

	Säuglings- und Kinderlebensmittel	Milch und Milchprodukte	Andere Lebensmittel außer Getränke	Getränke
Strontiumisotope, insbesondere Strontium-90*	75	125	750	125
Jodisotope, insbe- sondere Jod-131	100 (zuvor 150)	300 (zuvor 500)	2000	300 (zuvor 500)
Plutoniumisotope, insbesondere Plutonium-239	1	1 (zuvor 20)	10 (zuvor 80)	1 (zuvor 20)
Cäsium-134 und Cäsium-137	200 (zuvor 400)	200 (zuvor 1000)	500 (zuvor 1250)	200 (zuvor 1000)
Grenzwerte für Futtermittel in Bq/kg				
Cäsium-134 und Cäsium-137	500			
Jodisotope	2000			

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

Risikoberechnungen

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

Bei einer Ernährung mit Radionuklidbelastungen entsprechend den vorstehenden 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 Schilddrüsendosis pro Jahr²

¹ Verzehrmenge in kg $\times$ Radioaktivitätskonzentration in Bq/kg $\times$ 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 $(145 \text{ kg/Jahr} \times 100 \text{ Bq/kg} + 45 \text{ kg} \times 300 \text{ Bq/kg} + 80,5 \text{ kg} \times 2000 \text{ Bq/kg} + 55 \text{ kg} \times 300 \text{ Bq/kg}) \times 3,7\text{E-6 Sv/Bq}$
 $= 0,76 \text{ Sv} = 760 \text{ mSv/Jahr}$

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

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

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

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

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

Nach der deutschen Strahlenschutzverordnung von 2001, Paragraph 47, gilt ein Grenzwert für die Organdosis der Schilddrüse im Normalbetrieb von Nuklearanlagen 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

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 $145 \text{ kg Babynahrung/Jahr} \times [100 \text{ Bq/kg} \times (2,1\text{E-8 Sv/Bq Cs-137} + 2,6\text{E-8 Sv/Bq Cs-134}) + 75 \text{ Bq/kg} \times 2,3\text{E-7 Sv/Bq Sr-90} + 1 \text{ Bq/kg} \times 4,2\text{E-6 Sv/Bq Pu-239} + 100 \text{ Bq/kg} \times 1,8\text{E-7 Sv/Bq I-131}] + 100 \text{ kg Milch und andere Getränke/Jahr} \times [100 \text{ Bq/kg} \times (2,1\text{E-8 Sv/Bq Cs-137} + 2,6\text{E-8 Sv/Bq Cs-134}) + 125 \text{ Bq/kg} \times 2,3\text{E-7 Sv/Bq Sr-90} + 1 \text{ Bq/kg} \times 4,2\text{E-6 Sv/Bq Pu-239} + 300 \text{ Bq/kg} \times 1,8\text{E-7 Sv/Bq I-131}] + 80,5 \text{ kg andere Lebensmittel/Jahr} \times [250 \text{ Bq/kg} \times (2,1\text{E-8 Sv/Bq Cs-137} + 2,6\text{E-8 Sv/Bq Cs-134}) + 750 \text{ Bq/kg} \times 2,3\text{E-7 Sv/Bq Sr-90} + 10 \text{ Bq/kg} \times 4,2\text{E-6 Sv/Bq Pu-239} + 2000 \text{ Bq/kg} \times 1,8\text{E-7 Sv/Bq I-131}] = 62,8 \text{ mSv/Jahr}$

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 nehmen die japanische Regierung und die Regierungen der Staaten Europas derartige Menschenopfer in Kauf. 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 Immunsystems, 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.

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, Belsey, Köhnlein 1990; s. Strahlentelex 90-91 v. 04.10.1990