

Radionuklide in Lebensmitteln und die Strahlenexposition durch Ingestion

Durch die Reaktorunfälle in Fukushima Daiichi wurden große Mengen an Radionukliden, insbesondere radioaktive Jod- und Cäsium-Isotope, freigesetzt, die die terrestrische und marine Umwelt Japans kontaminierten. Andere Radionuklide wie Strontium- oder Plutonium-Radioisotope wurden weit weniger freigesetzt und können in Bezug auf die Kontamination von Lebensmitteln vernachlässigt werden. Die größten Freisetzungen fanden am 15.3.2011 als Folge des Versagens des Containments von Block 2 statt und führten aufgrund der Wetterlage zu großflächigem Fallout in der Präfektur Fukushima. Andere Präfekturen Nordjapans wie Iwate, Miyagi, Gunma, Tochigi, Ibaraki und Chiba wurden ebenfalls – aber in wesentlich geringerem Maße – in Mitleidenschaft gezogen. Daher werden hier vor allem die Auswirkungen auf die Präfektur Fukushima dargestellt.

Ausgangslage

Der Fallout kontaminierte Böden, Oberflächengewässer und Pflanzen und die Radionuklide kamen so in die menschliche und tierische Nahrungskette. Wegen seiner kurzen Halbwertszeit von 8 Tagen ist ¹³¹I nur in der Frühphase des Unfalls bis etwa Ende Juni 2011 von Bedeutung. Für die spätere Zeit sind lediglich ¹³⁴Cs ($T_{1/2} = 2,1$ a) und ¹³⁷Cs ($T_{1/2} = 30$ a) mit einem Aktivitätsverhältnis von 1 im März 2011 zu betrachten.

Schutzmaßnahmen

Ab 16.3.2011 wurden Trinkwasser und Nahrungsmittel überwacht. Am 17.3.2011 wurden vorläufige Grenzwerte für Radionuklide in Lebensmitteln in Kraft gesetzt (Tab. 1). Bei Überschreitung der Grenzwerte wurden Vermarktungsverbote ausgesprochen und vom Verzehr abgeraten. Diese Maßnahmen wurden für einzelne hochbelastete Nahrungsmittel nach Präfekturen oder kleineren geografischen Einheiten vorgenommen. Mit Wirkung vom 1.4.2012 setzte

die japanische Regierung neue Grenzwerte für Lebensmittel fest (Tab. 1), um das Vertrauen der Verbraucher in die Lebensmittel zu erhöhen. Die neuen Grenzwerte waren nicht mit den Empfehlungen des Codex Alimentarius der WHO abgestimmt und verursachten international beträchtliche Unruhe. Es lag keine radiologische Notwendigkeit für eine Verschärfung der Grenzwerte vor. Seit September 2011 sind die Daten für terrestrische Nahrungsmittel unter www.mhlw.go.jp/english/topics/2011eq/index.html verfügbar. Daten der Präfektur Fukushima können unter www.new-fuku

shima.jp/monitoring/en/ heruntergeladen werden. Messergebnisse für Seefisch werden unter www.jfa.maff.go.jp/e/inspection/index.html publiziert.

Besondere Problematik Trinkwasser

Eine besondere Problematik bestand in der akuten Phase des Unfalls durch die Kontamination von Trinkwasser. Japan gewinnt etwa 88 % des Trinkwassers als Oberflächenwasser aus Flüssen, Seen und Sumpfland. Nur ca. 13 % werden aus Grundwasser gewonnen. In den ersten 2 Wochen wurden die vorläufigen Grenzwerte

für ¹³¹I in verschiedenen Orten der Präfektur Fukushima, z. B. in Iitate, deutlich überschritten. In den anderen Präfekturen wurden die ¹³¹I-Grenzwerte nicht annähernd erreicht. Die Cs-Radioisotope bewirkten aufgrund ihres hohen Sorptionsvermögens an Tonmineralen und der dadurch bedingten Rückhaltung in Sedimenten keine radiologisch relevante Kontamination des Trinkwassers.

Kontamination von Nahrungsmitteln

Durch den Fallout in der beginnenden Vegetationsperiode wurde vor allem Blattgemüse stark kontaminiert (Abb. 1). Jedoch nahmen selbst für die langlebigen Cs-Radioisotope die Radioaktivitätskonzentrationen schnell ab: ca. 3 Zehnerpotenzen in 2 Monaten. Obwohl die Probennahme in Japan nicht repräsentativ für alle Nahrungs-

Hohe Variabilität der Kontaminationen

Größte Freisetzungen am 15.3.2011

Kategorie	Vorläufige Grenzwerte* im Jahr 2011 in Bq/kg	Grenzwerte** seit 1.4.2012 in Bq/kg
Trinkwasser	200 (100***)	10
Milch und Milchprodukte	200	50
andere Nahrungsmittel	500	100
Säuglingsnahrung	–	50

* basierend auf 5 mSv/a ** basierend auf 1 mSv/a
*** für die Zubereitung von Säuglingsnahrung

Tab. 1: Japanische Grenzwerte für ¹³⁴Cs und ¹³⁷Cs. Für ¹³¹I wurden die vorläufigen Grenzwerte im Jahr 2011 für Trinkwasser, Milch und Milchprodukte auf 300 Bq/kg (100 Bq/kg für die Herstellung von Säuglingsnahrung) festgelegt.

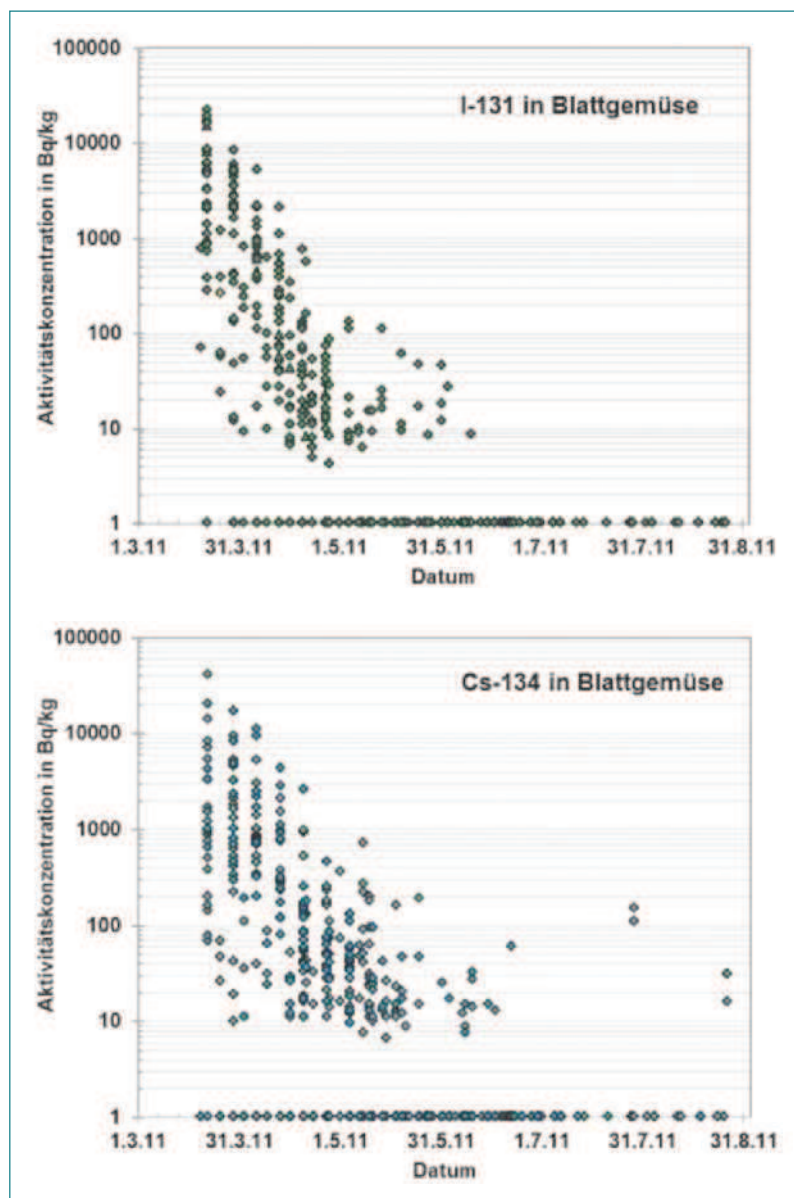


Abb. 1: ^{131}I (oben) und ^{134}Cs (unten) in Blattgemüse aus der Präfektur Fukushima in den ersten Monaten nach dem Unfall (Daten vom Ministry of Health, Labour and Welfare); die vorläufigen Grenzwerte betragen für ^{131}I 2.000 Bq/kg und für die Summe der Cs-Isotope 500 Bq/kg. Proben unter den Erkennungsgrenzen, die im Allgemeinen bei knapp 10 Bq/kg lagen, sind als 1 Bq/kg eingetragen.

mittelgruppen war, da man Spezies mit den höchsten Kontaminationen häufiger und intensiver untersuchte als geringer belastete, zeigt Abb. 1 deutlich die hohe Variabilität der Kontaminationen von Blattgemüse von Werten unterhalb der Erkennungsgrenzen bis zu den Maximalwerten. Die Bereiche können leicht 2 Zehnerpotenzen überstreichen und machen eine realistische Schätzung der resultierenden Ingestionsdosen nicht eben leicht.

Die Ingestion von ^{131}I , die in Tschernobyl über den Milchverzehr erfolgte und der die Schilddrüsendosis bestimmende Expositionspfad war, war nach den relativ konservativen Abschätzungen von UNSCEAR in Fukushima nicht dominierend.

Seit Herbst 2011 – nach dem Zerfall der Jod-Radioisotope – gelangten ^{134}Cs und ^{137}Cs durch Translokation und Transfer von am Boden abgelagerten Radionukliden in die Pflanzen und ver-

ursachten weitere Kontaminationen von Nahrungsmitteln. Im Freien wachsende Pilze, Bambussprossen, einige spezielle Fruchtsorten sowie in den Wäldern lebende Wildtiere erwiesen sich als besonders hoch belastet, während Fleisch und Eier aus der Tierzucht und agrarische Produkte wesentlich geringere Kontaminationen aufwiesen. Allerdings führte die Verfütterung von Reisstroh, das nach dem Unfall im Freien gelagert worden war, im Sommer 2011 zu deutlichen Grenzwertüberschreitungen im Rindfleisch. Die Kontamination von Reis stellte sich bei der Reisernte im Herbst 2011 als unbedeutend heraus. Nur auf einigen sandigen Reisfeldern in der Präfektur Fukushima wurden die vorläufigen Grenzwerte überschritten. Auch die Kontamination von Tee war 2011 ein Thema, da die Teefelder mit ihren großen Pflanzenoberflächen die Radionuklide aus der vorüberziehenden Luft praktisch herausfilterten und die Kontamination durch Translokation auch von alten zu neuen Teeblättern weitergaben.

Kontamination von Reis unbedeutend

Der etwas andere Kommentar, heute zum Thema: Lehren aus Fukushima

Einem weit'ren Fukushima zu wehren,
zieht die nukleare Welt ihre Lehren
und darunter den Schluss,
grad bei uns ist's ein Muss,
Tsunami-Warnungen künftig

zu mehren!

Rupprecht Maushart, Straubenhardt

	Kinder 1 bis 2 Jahre	Erwachsene
Schilddrüsendosis durch ¹³¹ I	3,6 µSv/Bq	0,43 µSv/Bq
Effektive Dosis durch ¹³⁴ Cs	0,016 µSv/Bq	0,019 µSv/Bq
Effektive Dosis durch ¹³⁷ Cs	0,012 µSv/Bq	0,013 µSv/Bq

Tab. 2: Ingestionsdosiskoeffizienten nach ICRP 72 in µSv/Bq

Die anfänglich in Meeresfischen beobachteten Kontaminationen verringerten sich bald wegen der hohen Durchmischung des Meereswassers vor der Küste Nordwest-Japans und liegen für die Cs-Radioisotope seit Ende 2011 meist unter den neuen Grenzwerten. Dagegen sind Fischereiprodukte aus Süßwasservorkommen in der Präfektur Fukushima weiterhin hoch belastet, wobei Friedfische deutlich geringere Kontaminationen als Raubfische aufweisen.

In den nächsten Jahren werden die Radioaktivitätskonzentrationen in den

agrarischen Nahrungsmitteln kontinuierlich abnehmen. In Produkten, die aus den Wäldern stammen, ist aber mit langfristigen Kontaminationsproblemen zu rechnen. Die seit dem 1.4.2012 geltenden strengeren Grenzwerte wurden in der Präfektur Fukushima von 4 % der zwischen dem 1.4.2012 und 1.4.2013 untersuchten 34.857 Proben überschritten. In den übrigen betroffenen Präfekturen lag der Überschreitungsanteil unter 1 %, wobei die Überschreitungen auf Bambussprossen, Pilze, Wildbeeren und -tiere, Süßwasserfische und Tee beschränkt waren.

Interne Strahlenexposition

Trotz der Vielzahl von Messungen an Lebensmitteln ist die Ermittlung der internen Strahlenexposition durch Ingestion aus diesen Daten mithilfe der Dosiskoeffizienten (Tab. 2) noch problematisch. UNSCEAR griff wegen der Nichtrepräsentativität der Probenahme konservativ auf Präfektur-weite Mittelwerte der Radioaktivitätskonzentrationen in den Lebensmitteln zurück. Diese Abschätzungen sind angesichts der Inhomogenität des Fallouts, der Nichtberücksichtigung der Verteilungen der Radionuklide und fehlender Information zu den Verdünnungseffekten durch nicht lokale Vermarktung sowie durch die Vernachlässigung von Dekontaminationseffekten durch die haushalts-

**Friedfische
geringer
kontaminiert
als Raubfische**

Anzeige

Kernspektrometrie

Dr. Westmeier GmbH und FLIR

**Tragbare Dosimeter/Spektrometer für
First Responder, Feuerwehr, Polizei, Grenzkontrolle, Transportkontrolle**

FLIR® identiFINDER, identiFINDER 2,
 radHUNTER, Raider, nanoRaider,
microRaider, Interceptor

- Lieferung, Service und Reparaturen Ihrer Geräte
- Spektrometrie, quantitative Datenauswertung
- Beratung, Ausbildung, Überwachungsmessungen

info@westmeier.com
• Telefon +49 (0) 6424 923000
• www.westmeier.com

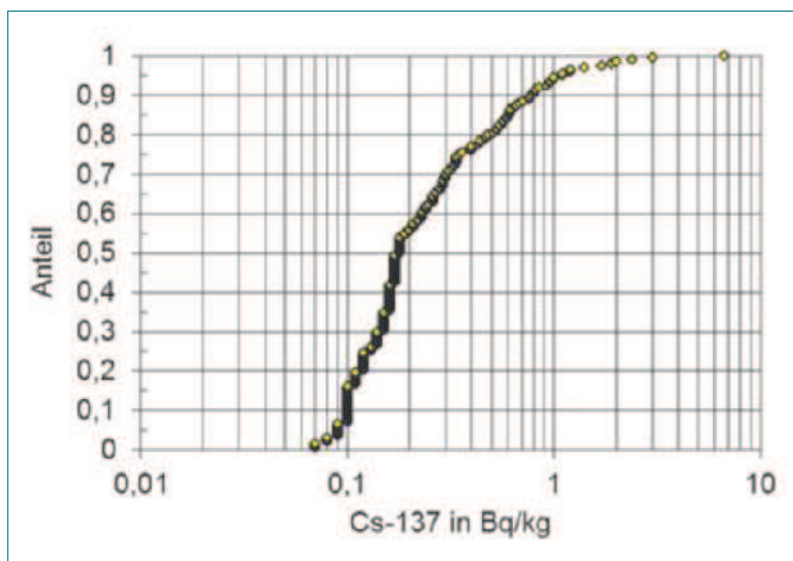


Abb. 2: Verteilungsfunktion von ¹³⁷Cs in 200 Proben von Gesamtnahrung (Winter 2011/2012 und Sommer 2012) aus der Präfektur Fukushima nach der Doppelportionsmethode [1]; der Jahresverbrauch von Gesamtnahrung lag bei 675 kg ± 223 kg.

übliche Zubereitung äußerst konservativ. Messungen von Gesamtnahrung nach der Doppelportionsmethode (Winter 2011/2012 und Sommer 2012) (Abb. 2) zeigen, dass die Aufnahme von Cs-Radioisotopen in der Präfektur Fukushima sehr gering ist [1]. Dies ist im Einklang mit den Ergebnissen von Ganzkörpermessungen, die z. B. für die nahe an Fukushima Daiichi liegende Stadt Minami Soma im Zeitraum von September 2011 bis März 2012 [2] durchgeführt wurden. In der Mehrzahl

der untersuchten 9.498 Personen war ¹³⁷Cs oder ¹³⁴Cs nicht nachweisbar. Die nachweisbaren spezifischen Körperaktivitäten (¹³⁴Cs und ¹³⁷Cs) von 3.286 Personen lagen für 235 Kinder zwischen 210 und 2.953 Bq (Median, 590 Bq) mit Aktivitätskonzentrationen zwischen 2,8 und 57,9 Bq/kg (Median, 11,9 Bq/kg). Für 3.051 Erwachsene wurden Ganzkörperaktivitäten von 210 bis 12.771 Bq (Median, 744 Bq) gemessen, entsprechend Aktivitätskonzentrationen von 2,3 bis

**Medianwert
für
Erwachsene
ca. 30 µSv**

196,5 Bq/kg (Median 11,4 Bq/kg). Der Medianwert für Erwachsene entspricht einer Jahresdosis von ca. 30 µSv. Ein einziger Wert der Jahresdosis lag mit 1,07 mSv oberhalb von 1 mSv. Zum Vergleich: Die maximalen spezifischen Körperaktivitäten von ¹³⁷Cs lagen in Karlsruhe in den 1960er-Jahren bei 10 Bq/kg und nach dem Unfall von Tschernobyl bei 8 Bq/kg und waren gleich den effektiven Jahresdosen in der Präfektur Fukushima im Herbst 2011 bis Frühjahr 2012.

Schlussfolgerungen

In der Öffentlichkeit werden die auch heute noch vorliegenden Kontaminationen von Nahrungsmitteln deutlich überbewertet. Sie sind nach den vorliegenden Daten weitgehend radiologisch unbedeutend. Die übervorsichtige Regulierung der Radioaktivität in Nahrungsmitteln durch die japanische Regierung hat nicht geholfen, die Stigmatisierung von Nahrungsmitteln aus den kontaminierten Gebieten zu verringern. Für eine realistische Ermittlung der Strahlenexposition durch Ingestion ist die Berücksichtigung der Aktivitätsverteilung in den Nahrungsmitteln unabdingbar. Die systematische Untersuchung repräsentativer Proben von Gesamtnahrung könnte eine bessere Schätzung der Ingestionsdosis möglich machen.

Rolf Michel □

World Nuclear News vom 20. Januar 2015

Fukushima: „No Clinically Observable Radiation Effects“

In einem Bericht über die „panel session on radiological protection at the WNA 2014 Symposium September 2014“ zitiert die WNN Wolfgang Weiss (UNSCEAR) mit dem Statement, „that the Fukushima Daiichi accident had caused no clinically observable radiation effects and that, in all likelihood, any cancer due to radiation will not be discernible“.

Mehr unter www.world-nuclear-news.org/E-the-right-approach-to-radiological-protection-06011501.html

Schriftleitung