

3.8 Strahlenexposition durch den Reaktorunfall von Tschernobyl (Radiation exposure from the Chernobyl accident)

Bearbeitet vom Bundesamt für Strahlenschutz, Fachbereich Strahlenschutz und Gesundheit, Oberschleißheim

Derzeit trägt mit 30 Jahren Halbwertszeit nur noch Cäsium-137 nennenswert zur Strahlenbelastung bei. Dieser Beitrag ist hauptsächlich auf die Bodenstrahlung zurückzuführen. Der Beitrag zur inneren Strahlenbelastung ist dagegen mit $< 0,001$ mSv/a gering. Die Strahlenexposition durch Bodenstrahlung betrug im Jahr 2004 bei einer mittleren Bodenkontamination von 3400 Bq/m^2 im Freien noch etwa $15 \mu\text{Sv}$, in Gebäuden etwa $2 \mu\text{Sv}$. Dies ergibt bei einer Aufenthaltsdauer von täglich 5 Stunden im Freien und einem Abschirmfaktor von 0,15 in Gebäuden eine durchschnittliche Strahlenexposition von ca. $5 \mu\text{Sv}$ (zum Vergleich: 1986 ca. $70 \mu\text{Sv}$). In Gebieten, die eine höhere Ablagerung aufweisen, z. B. in hoch kontaminierten Gebieten im Bayerischen Wald kann die Jahresdosis bei einer Bodenbelegung von 70.000 Bq/m^2 [1] nach wie vor $90 \mu\text{Sv}$ erreichen (siehe Tabelle 3.8-1). Die durch externe Strahlung natürlich radioaktiver Nuklide verursachte effektive Dosis (siehe Teil I, 1) beträgt im Vergleich dazu im Mittel $400 \mu\text{Sv}$ pro Jahr (ohne kosmische Strahlung).

Tabelle 3.8-1 Mittlere effektive Dosis durch den Reaktorunfall in Tschernobyl für Erwachsene in Deutschland
(Mean effective dose to adults in Germany from the Chernobyl accident)

Jahr	externe Strahlenexposition (mSv/a)	interne Strahlenexposition (mSv/a)	gesamte Strahlenexposition (mSv/a)
1986	ca. $0,07^{\text{a)}$	ca. $0,04^{\text{b)}$	ca. $0,11$
1987	ca. $0,03$	ca. $0,04^{\text{c)}$	ca. $0,07$
1988	ca. $0,025$	ca. $0,015^{\text{d)}$	ca. $0,04$
1989	ca. $0,02$	ca. $0,01$	ca. $0,03$
1990	ca. $0,02$	$< 0,01$	ca. $0,025$
1991-1993	$< 0,02$	$< 0,01$	ca. $0,02^{\text{e)}$
1994	$< 0,02$	$< 0,01$	$< 0,02$
1995-1999	$< 0,015$	$< 0,001$	$< 0,02$
2000-2004	$< 0,01$	$0,001$	$< 0,015$

- a) Im Münchener Raum um etwa den Faktor 4, im Berchtesgadener Raum und anderen hoch belasteten Gebieten um etwa den Faktor 10 höher; dies gilt in etwa auch für die folgenden Jahre
- b) In Bayern um etwa den Faktor 4, in Südbayern um etwa den Faktor 6 höher
- c) In Bayern um etwa den Faktor 3, in Südbayern um etwa den Faktor 6 höher
- d) Die regionalen Unterschiede sind nicht mehr so stark ausgeprägt wie in den Vorjahren
- e) Die mittlere effektive Dosis wird ab 1991 fast ausschließlich durch die Bodenstrahlung des deponierten Cs-137 verursacht

Im Jahr 2004 sind Grundnahrungsmittel nur noch geringfügig durch Cs-137 aus dem Reaktorunfall kontaminiert. Die mittlere tägliche Cs-137-Zufuhr mit der Gesamtnahrung im Jahr 2004 wurde mit $0,26 \text{ Bq}$ pro Tag und Person bestimmt (siehe Teil I, 3.4.4). Dies entspricht einer effektiven Dosis durch Ingestion von ca. $1,5 \mu\text{Sv}$ pro Jahr. Zum Vergleich liegt die Strahlenexposition durch die Aufnahme natürlicher Radionuklide mit der Nahrung bei ca. $300 \mu\text{Sv}$ pro Jahr.

Bei einzelnen Nahrungsmitteln wie Waldbeeren, Fischen aus Binnenseen oder Blütenhonig wurden auch 2004 in einigen Proben Cs-137-Aktivitäten von bis zu einigen hundert Bq/kg gefunden, in Waldpilzen und Wild bis zu einigen tausend Bq/kg und darüber, jeweils bezogen auf die Frischmasse (siehe auch Teil I Tab. 3.4.4-8, 3.4.4-11 - 13). Insbesondere Wildschweine aus den hochbelasteten Gebieten Süddeutschlands überschreiten häufig den Höchstwert von 600 Bq pro kg für Radiocäsium und dürfen daher nicht vermarktet werden. Im Berichtsjahr wurden im Rahmen eines BMU-Forschungsvorhabens [1] 92 Wildschweinproben aus dem Bayerischen Wald analysiert. Das Untersuchungsgebiet zählt zu den am höchsten belasteten Regionen Deutschlands. Die Messungen ergaben spezifische Aktivitäten in Muskelfleisch zwischen 80 Bq/kg und 40.000 Bq/kg für Cäsium-137. Der Mittelwert lag bei 6.700 Bq/kg . Cäsium-137 wird von Schwarzwild über das Futter aufgenommen. Eine besondere Rolle spielen dabei Hirschtrüffel, die sehr viel höher belastet sind als Speisepilze, und die von Wildschweinen besonders gerne gefressen werden. Auch große geschlossene Waldflächen führen zu höheren Aktivitäten, da die Tiere hier weniger auf landwirtschaftliche Flächen ausweichen können. Zuchttiere, die ausschließlich mit landwirtschaftlichen Erzeugnissen gefüttert werden, zeigen nur sehr geringe Kontaminationen. Individuelle Verzehr-

gewohnheiten und starke örtliche Schwankungen der Cs-137-Aktivitäten können zu Abweichungen von der durchschnittlichen Aktivitätszufuhr durch Ingestion führen. Ein Verzehr von z. B. 500 g eines Nahrungsmittels mit einer spezifischen Cs-137-Aktivität von 1000 Bq/kg führt zu einer effektiven Dosis von 7 μ Sv.

Der Strontium-90-Gehalt in Nahrungsmitteln blieb 2004 gegenüber dem Vorjahr nahezu konstant. Dieses Radionuklid stammt zu mehr als 90% aus den oberirdischen Kernwaffenversuchen in den 50er und 60er Jahren und nur zu einem kleinen Teil aus dem Reaktorunfall von Tschernobyl. Die jährliche effektive Dosis für Erwachsene durch Ingestion von Strontium-90 beträgt ca. 2 μ Sv pro Jahr, der Tschernobyl-Beitrag liegt bei ungefähr 0,2 μ Sv pro Jahr.

Insgesamt ergibt sich für die Bevölkerung in der Bundesrepublik Deutschland im Jahr 2004 eine durch Radionuklide aus dem Reaktorunfall von Tschernobyl verursachte mittlere effektive Dosis von weniger als 15 μ Sv. Diese Strahlenexposition wird zu mehr als 90% durch die Bodenstrahlung von abgelagertem Cs-137 verursacht und wird entsprechend der Halbwertszeit dieses Radionuklids von ca. 30 Jahren in den folgenden Jahren nur langsam zurückgehen. Im Vergleich zur mittleren effektiven Dosis durch natürliche Strahlenquellen von 2.100 μ Sv pro Jahr ist der Dosisbeitrag durch Tschernobyl in Deutschland sehr gering.

- [1] U. Fielitz, Untersuchungen zum Verhalten von Radiocäsium in Wildschweinen und anderen Biomedien des Waldes, Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben StSCH 4324, 2005

3.9 Kernwaffenversuche ***(Nuclear weapons tests)***

Bearbeitet vom Bundesamt für Strahlenschutz, Fachbereich Strahlenschutz und Umwelt, Freiburg

Im Jahr 2004 wurden (wie in den Vorjahren) keine Kernwaffenversuche durchgeführt. Abbildung 3.9-1 gibt einen Überblick aller bekannt gewordenen Kernwaffenversuche von 1945 - 1998.

Der allgemeine Pegel der Umweltradioaktivität durch Kernwaffenversuche ist seit Inkrafttreten des internationalen "Vertrages über die Einstellung von Kernwaffenversuchen in der Atmosphäre, im Weltraum und unter Wasser" im Jahr 1963 ständig zurückgegangen. Dennoch sind langlebige Radionuklide wie Strontium-90 und Cäsium-137 auch heute noch in der Umwelt vorhanden. Die mittlere effektive Dosis durch den Fallout der Kernwaffenversuche im Jahr 2004 liegt unter 0,01 Millisievert.

Nach langjährigen Bemühungen der internationalen Staatengemeinschaft wurde am 24. September 1996 der Vertrag über das umfassende Verbot von Nuklearversuchen (Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty, CTBT) zur Unterzeichnung aufgelegt. Er verbietet nukleare Versuchsexplosionen und soll die Weiterentwicklung und Verbreitung dieser Waffen verhindern. Die Vertragsorganisation mit Sitz in Wien (CTBTO) baut zurzeit mit Hilfe der Signaturstaaten ein weltweites Überwachungssystem mit einem Netz von 321 Messstationen (Internationales Messnetz, IMS) auf. Dieses System beinhaltet u. a. 80 Spurenmessstationen für Radioaktivität in Luft. Das Radioaktivitätsmessnetz wird ergänzt durch 16 Radionuklidlaboratorien, deren wichtigsten Aufgaben die Qualitätssicherung und die unabhängige Nachmessung von Proben bei aussergewöhnlichen Messergebnissen der Stationen sind. Das BFS ist im Auftrag des Auswärtigen Amtes für die fachlichen Aspekte der Radionuklidmesstechnik und Bewertung von Radionuklidaten der CTBTO auf nationaler Ebene zuständig. Es ist außerdem für den operationellen Betrieb der deutschen Radionuklidstation verantwortlich.

Die einzige Radionuklidstation in Mitteleuropa befindet sich an der deutschen Station Schauinsland des BFS (Radionuklidstation 33, RN 33) in der Nähe von Freiburg. Dort sind seit 2003 automatische Messsysteme mit hoher Empfindlichkeit für den Nachweis von schwebstoffgebundener Radioaktivität als auch für den Nachweis der radioaktiven Xenonisotope Xe-135, Xe-133m, Xe-133 und Xe-131m in Betrieb. Der Probenentnahmezeitraum dieser kontinuierlichen Überwachungssysteme beträgt jeweils 24 Stunden. Das Messsystem für den Nachweis der schwebstoffpartikelgebundenen Radioaktivität (RASA) wurde im Dezember 2004 von der CTBTO zertifiziert und ist seitdem offizieller Bestandteil des IMS. Das Edelgasmesssystem SPALAX wurde im Rahmen eines von der CTBTO organisierten internationalen Tests von automatischen Edelgasmesssystemen installiert. Die bisherigen Messergebnisse zeigen einen kontinuierlichen Xenon-133 Untergrund von etwa 1 mBq/m³. Einige wenige Proben zeigen erhöhte Xe-133 Aktivitätskonzentrationen von bis zu 200 mBq/m³. In einigen dieser kurzzeitigen Erhöhungen sind auch Xenon-135, Xe-133m und Xe-131m in der Größenordnung von mBq/m³ nachweisbar. Auf Grund der Isotopenzusammensetzung kommen für diese Ereignisse zivile Quellen in Betracht. Mit Hilfe atmosphärischer Ausbreitungsmodelle wird die geographische Lage möglicher Quellen eingegrenzt. Die Daten beider Messsysteme der Radionuklidstation werden über Satellitenverbindung alle 2 Stunden an das internationale Datenzentrum der Vertragsorganisation in Wien übermittelt.

