

11. Juli 1988/Nr. 70
SG-Nr. 949

Strahlenexposition im April 1988

Der Unfall im Kernkraftwerk Tschernobyl kann und soll nicht verharmlost werden. Es besteht aber kaum ein ernstzunehmender Zweifel darüber, daß die realen Auswirkungen dieses Unfalls auf die deutsche Bevölkerung im Sinne langfristiger Gesundheitsschäden vernachlässigbar gering sein werden. So liegt die durch Tschernobyl verursachte mittlere effektive Folgedosis der Bevölkerung in der Bundesrepublik Deutschland mit 0,004 mSv (0,4 mrem) pro Monat weit unterhalb der effektiven Folgedosis durch natürliche Strahlenquellen, die - mit einer Schwankungsbreite je nach den Lebensumständen von etwa 0,08 bis 0,4 mSv (8 bis 40 mrem) - 0,17 mSv (17 mrem) pro Monat beträgt.

Der beiliegende "Bericht zur Strahlenexposition im April 1988", Bundesgesundheitsamt, Institut für Strahlenhygiene, gibt eine detaillierte Aufstellung über die Radioaktivitätskonzentration in Luft, Wasser, Boden und Lebensmitteln und die daraus resultierende Strahlenexposition.

BUNDESGESUNDHEITSAMT
INSTITUT FÜR STRAHLENHYGIENE

Bericht zur Strahlenexposition im April 1988

Der folgende Bericht gibt für das Gebiet der Bundesrepublik Deutschland einen zusammenfassenden Überblick über die Kontamination von Luft, Wasser, Boden und Lebensmitteln durch auf den Unfall im Kernkraftwerk Tschernobyl zurückzuführende radioaktive Stoffe und die resultierende Strahlenexposition der Bevölkerung im April 1988.

Luft

Für die Aktivitätskonzentration von Cäsium-137 in der bodennahen Luft ergaben die Messungen des Deutschen Wetterdienstes im April 1988 überwiegend Werte bis zu $0,03 \text{ mBq/m}^3$ im Wochenmittel (Höchstwert $0,09 \text{ mBq/m}^3$). Für die Strahlenexposition der Bevölkerung sind Aktivitätskonzentrationen von Cäsium-137 in dieser Höhe ohne Bedeutung.

Gewässer

Die Cäsium-137-Konzentration in den Gewässern hat sich gegenüber den vorangegangenen Monaten kaum geändert. In Wasserproben aus Bundeswasserstraßen stagnieren derzeit die Cäsium-137-Gehalte bei etwa 5 bis 30 mBq/l . In Proben aus Gewässern von Berlin wurden vereinzelt noch geringfügig höhere Werte gemessen. Außer Cäsium-134 und Cäsium-137 sind, neben Jod-131 aus nuklearmedizinischen Einrichtungen, weitere Radionuklide in Oberflächenwasser nicht nachgewiesen worden. Bei Sediment- und Schwebstoffproben liegen die Cäsium-137-Gehalte insbesondere in süddeutschen Gewässern nur noch in Einzelfällen über 1000 Bq/kg Trock-

kenmasse. Mit einem deutlichen Rückgang der Cäsium-Werte in der Feststoffphase ist nur langfristig zu rechnen.

Aufgrund der wenigen für April 1988 verfügbaren Meßwerte der spezifischen Cäsium-137-Aktivität von Klärschlamm kann angenommen werden, daß gegenüber dem Vormonat keine wesentlichen Änderungen eingetreten sind. Längerfristig gesehen ist ein langsamer Rückgang der mittleren spezifischen Cäsiumaktivität von Klärschlamm zu beobachten.

Im Küstenbereich der Deutschen Bucht werden für die Aktivitätskonzentration von Cäsium-137 wieder Werte gemessen wie vor dem Reaktorunfall bei Tschernobyl. Im April 1988 ergaben die Messungen an der Position FS Elbe 1 für Cäsium-137 einen Wert von 9 mBq/l, an der Station FS Borumriff von 11 mBq/l; vor dem Unfall hatten die Meßwerte im Bereich von etwa 15 bis 60 mBq/l gelegen. In der westlichen Ostsee zeigen im Zeitraum 05. bis 12. April 1988 entnommene Proben weiterhin das Vordringen höher kontaminierter Wassermassen aus der nördlichen Ostsee. Während im Januar 1988 im deutschen Küstenbereich der Ostsee Aktivitätskonzentrationen von Cäsium-137 zwischen 60 und 86 mBq/l gemessen worden waren, liegen die Ergebnisse der bislang für April ausgewerteten Proben im Bereich von 78 bis 104 mBq/l. Hier waren vor dem Unfall Cäsium-137-Werte im Bereich von 15 bis 40 mBq/l gemessen worden.

Boden

Die Verteilung der im Bundesgebiet am Boden abgelagerten Aktivität von Cäsium-137 ist aus Abb. 1 zu sehen. Die auf den Reaktorunfall zurückzuführende effektive Dosis durch Bodenstrahlung zeigt eine leicht abnehmende Tendenz, die bedingt ist durch den natürlichen Zerfall des Cäsiums, vorwiegend des Isotops Cäsium-134, dessen Aktivität bis Ende April 1988 entsprechend seiner Halbwertszeit von rund 2 Jahren gegenüber dem Anfangswert auf die Hälfte zurück-

gegangen ist, durch das langsame Einwandern des Cäsiums auf Flächen mit unbefestigter Oberfläche in tiefere Bodenschichten und durch Abtragung eines Teils der Cäsium-Aktivität auf Flächen mit befestigter Oberfläche (Straßen etc.) infolge von Witterungseinflüssen. Bei einer Aufenthaltsdauer im Freien von täglich 8 Stunden liegt die effektive Dosis durch Bodenstrahlung zur Zeit in der Bundesrepublik für Erwachsene im Bereich von unter 0,001 bis 0,02 mSv (unter 0,1 bis 2 mrem), für Kleinkinder wegen der geringeren Organabschirmung und der kleineren Distanz des Körpers zum Boden bis 0,03 mSv (3 mrem) pro Monat. Die höchsten Werte gelten für den Raum Südost-Bayern, der Mittelwert für die Bundesrepublik liegt für Erwachsene bei 0,002 mSv (0,2 mrem) und für Kleinkinder bei 0,003 mSv (0,3 mrem) pro Monat.

Lebensmittel

Nach dem Auslaufen der EG-Verordnung über die Grenzwerte für Radiocäsium in Lebensmitteln hat der Rat der Europäischen Gemeinschaften zum Jahresende 1987 eine Anschluß-Verordnung erlassen, die unter Beibehaltung der bisher geltenden Grenzwerte für 2 Jahre in Kraft bleiben wird.

Grundnahrungsmittel sind nur geringfügig mit radioaktivem Cäsium kontaminiert. Der repräsentative Wert für die Summe aus Cäsium-134 und Cäsium-137 in Milch beträgt 1 Bq/l. Bei Fertignahrungsmitteln für Kleinkinder ergeben die vorliegenden Messungen einen repräsentativen Wert von 3 Bq/kg. Rind-, Kalb-, Schweine- und Schafffleisch weisen repräsentative Werte für die Summe aus Cäsium-134 und Cäsium-137 von 4 bis 17 Bq/kg auf. Für Reh- und Hirschfleisch resultiert aus den der Bundesanstalt für Ernährung als zuständiger Leitstelle vorliegenden Meßergebnissen ein repräsentativer Wert von rund 150 Bq/kg (Maximalwert 380 Bq/kg), für sonstiges Wild von 26 Bq/kg (Maximalwert 80 Bq/kg). Für Fisch aus Binnengewässern (Binnenseen, Teiche,

Flüsse) beträgt nach den für April 1988 verfügbaren Messungen der repräsentative Wert 27 Bq/kg; über dem 10-fachen des repräsentativen Wertes liegen 3 Meßwerte (Höchstwert 450 Bq/kg). Schlüsselt man nach Gewässern auf, ergibt sich folgendes: Fische aus Binnenseen weisen im Mittel höhere Cäsiumwerte (repräsentativer Wert 60 Bq/kg) auf als Fische aus Teichen oder Flüssen (repräsentativer Wert 12 Bq/kg). Die repräsentativen Cäsium-Werte von Getreidearten liegen bei 1 bis 4 Bq/kg, von Obst bei 1 bis 11 Bq/kg. Aus den für Gesamtnahrung vorliegenden Meßwerten ergibt sich ein repräsentativer Wert von 1 Bq/kg. Zur Bestimmung der spezifischen Cäsiumaktivität der Gesamtnahrung wird die gesamte von einer Person an einem Tag aufgenommene Nahrung einschließlich Getränken untersucht.

In Trinkwasser wurden im April 1988 keine künstlich radioaktiven Stoffe nachgewiesen.

Gesamte effektive Dosis

Insgesamt ergibt sich aus den im Monat April 1988 über Lebensmittel zugeführten Aktivitäten von Cäsium-134 und Cäsium-137, einschließlich des Beitrags der durch den Reaktorunfall bedingten Zufuhr von Strontium-90, rechnerisch eine effektive Dosis von 0,002 mSv (0,2 mrem) für Erwachsene bzw. unter 0,001 mSv (unter 0,1 mrem) für Kleinkinder. Hinzuzurechnen ist der monatliche Beitrag des durch den Reaktorunfall am Boden abgelagerten Cäsiums von durchschnittlich 0,002 mSv (0,2 mrem) für Erwachsene und 0,003 mSv (0,3 mrem) für Kleinkinder bei einer Aufenthaltsdauer im Freien von 8 Stunden pro Tag.

Die daraus resultierenden Gesamtwerte der effektiven Dosis liegen für Erwachsene und für Kleinkinder im Vergleich zum Vormonat unverändert bei jeweils 0,004 mSv (0,4 mrem).

Bewertung

Die Bewertung der Dosiswerte aus gesundheitlicher Sicht ergibt sich aus dem Vergleich mit dem Wert der effektiven Dosis durch natürliche Strahlenquellen. In der Bundesrepublik Deutschland beträgt die mittlere effektive Folgedosis der Bevölkerung aus natürlichen Quellen pro Monat 0,17 mSv (17 mrem), mit einer Schwankungsbreite je nach Wohnort von etwa 0,08 bis 0,4 mSv (8 bis 40 mrem); daraus ergibt sich zwischen Unter- und Obergrenze der monatlichen natürlichen Strahlenexposition ein Bereich von 0,32 mSv (32 mrem). Die durch den Unfall im Kernkraftwerk Tschernobyl verursachte mittlere effektive Folgedosis der Bevölkerung in der Bundesrepublik Deutschland liegt mit 0,004 mSv (0,4 mrem) pro Monat weit unterhalb dieses Wertes.

Ganzkörpermessungen

Neben der Ermittlung der Folgedosis aus der Zufuhr von Cäsium-134 und Cäsium-137 über Nahrungsmittel kann aus Ganzkörpermessungen von Personen unter der Annahme, daß der einmal gemessene Cäsium-134- und Cäsium-137-Gehalt im Körper während des gesamten Monats konstant ist, die effektive Dosis für den jeweiligen Monat berechnet werden. Für die Berechnungen wurden die Meßergebnisse von Personengruppen (Referenzgruppen) der Ganzkörpermeßanlagen Neuherberg (ISH und GSF), Homburg/Saar, Frankfurt/Main, Karlsruhe, Berlin, Köln und Düsseldorf ausgewertet. Die mittlere monatliche effektive Dosis der Referenzgruppen durch inkorporiertes Cäsium-134 und Cäsium-137 für den Monat April 1988 ist in Tabelle 4 zusammengestellt.

Im April 1988 wurden am Institut für Strahlenhygiene erneut Personen aus Südbayern gemessen. Bei den Erwachsenen liegt die monatliche effektive Dosis nach wie vor beim Doppelten der Referenzgruppe aus dem Münchener Raum.

Bei den regelmäßig berichtenden Meßstellen setzt sich der Trend der letzten Monate fort. Die monatliche effektive Dosis verringerte sich im Vergleich zum März 1988 bei den Männern im Mittel um 10 %, bei den Frauen um 15 %. Bei den Kindern ist der Rückgang weniger gleichmäßig. Die Dosiswerte aus Berlin sind wegen der von Monat zu Monat unterschiedlichen Zusammensetzung der Referenzgruppen nicht direkt vergleichbar.

In Tabelle 5 sind die mittleren jährlichen effektiven Dosiswerte für den Zeitraum Mai 1986 bis April 1987 und Mai 1987 bis April 1988 (im 1. und 2. Folgejahr nach dem Reaktorunfall) zusammengestellt. Die jährliche Dosis für die beiden Jahre ist bei den Erwachsenen etwa gleich. Bei den Kindern aus dem bayerischen Raum hat die Dosis im 2. Jahr um rund 30 % gegenüber dem 1. Jahr abgenommen.

Im Vergleich zu den in Tabelle 4 angegebenen Monatswerten der effektiven Dosis durch inkorporiertes Cäsium-134 und Cäsium-137 - je nach Personengruppe 0,001 bis 0,008 mSv (0,1 bis 0,8 mrem) - führt die im Körper stets vorhandene Aktivität des natürlich vorkommenden Radionuklids Kalium-40 für den Erwachsenen im Mittel zu einer monatlichen effektiven Dosis von 0,015 mSv (1,5 mrem).

Tab. 1: Cäsiumgehalt (Cäsium-134 und Cäsium-137) von Nahrungsmitteln

Nahrungsmittel	Repräsentativer Wert Bq/kg	Anzahl der Meßwerte -	Anzahl der Meßwerte über dem 10-fachen des repräs. Wertes -
Milch	1	111	1
Fleisch			
Rind	10	130	0
Kalb	17	8	0
Schwein	4	113	2
Schaf	4	37	0
Reh, Hirsch	145	5	0
sonst. Wild	26	5	0
Fisch			
Meer	4	17	0
Binnengewässer	27	41	3
Getreide			
Roggen	3	6	0
Weizen	1	6	0
Gerste	1	11	0
Hafer	4	3	0
Kartoffeln	1	7	0
Gemüse			
Blattgemüse	1	16	0
Wurzel- u. Knollengemüse	1	25	0
Fruchtgemüse	1	25	0
Zwiebelgemüse	2	7	0
Obst			
Kernobst	2	26	0
Steinobst	11	12	0
Beerenobst	2	5	0
Zitrusfrüchte	1	8	0
Nüsse			
Haselnüsse	108	12	0
Walnüsse	1	2	0
Honig	6	19	0
Babynahrung	3	10	0
Gesamtnahrung	1	15	0

Tab. 2: Verzehrsraten und Zufuhr von Cäsium-134 und Cäsium-137

Nahrungsmittel	Verzehrsraten kg/Monat		Zufuhr Bq/Monat	
	Erwachsener	Kleinkind	Erwachsener	Kleinkind
Milch u. Milchprodukte	9.7	18.3	10	18
Fleisch u. Fleischwaren	5.7	0.2	45	3
Fisch	0.6	-	5	-
Getreide u. Getreideprodukte	7.7	-	14	-
Kartoffeln	5.1	-	5	-
Gemüse	4.4	3.8*	5	5
Obst	4.4	3.8	13	12
Nüsse	0.1	-	6	-
Honig	0.1	-	0.6	-

* pflanzliche Produkte insgesamt, ohne Obst

Tab. 3: Repräsentative Werte der effektiven Dosis

Nahrungsmittel	Repräsentative effektive Dosis mSv (mrem)	
	Erwachsener	Kleinkind
Milch u. Milchprodukte	0.0002 (0.02)	0.0002 (0.02)
Fleisch u. Fleischwaren	0.0007 (0.07)	0.00003 (0.003)
Fisch	0.00007 (0.007)	- -
Getreide u. Getreideprodukte	0.0002 (0.02)	- -
Kartoffeln	0.0001 (0.01)	- -
Gemüse	0.0001 (0.01)	0.0001 (0.01)
Obst	0.0002 (0.02)	0.0001 (0.01)
Nüsse	0.0001 (0.01)	- -
Honig	0.00001 (0.001)	- -

Tab. 4: Mittlere monatliche effektive Dosis durch inkorporiertes Cäsium-134 und Cäsium-137 berechnet aus Ganzkörpermessungen

Personengruppe		Dosis im Monat April 1988 in mSv (mrem)
Männer	Südostbayern-ISH	0.0077 (0.77)
Männer	München-ISH	0.0028 (0.28)
Männer	München-GSF	0.0030 (0.30)
Männer	Karlsruhe	0.0013 (0.13)
Männer	Homburg/Saar	0.0018 (0.18)
Männer	Frankfurt/Main	0.0015 (0.15)
Männer	Berlin	0.0019 (0.19)
Männer	Düsseldorf	0.0008 (0.08)
Männer	Köln	0.0017 (0.17)
Frauen	Südostbayern-ISH	0.0035 (0.35)
Frauen	München-ISH	0.0013 (0.13)
Frauen	München-GSF	0.0014 (0.14)
Frauen	Karlsruhe	0.0010 (0.10)
Frauen	Homburg/Saar	0.0011 (0.11)
Frauen	Frankfurt/Main	0.0010 (0.10)
Frauen	Berlin	0.0009 (0.09)
Frauen	Düsseldorf	0.0005 (0.05)
Frauen	Köln	0.0013 (0.13)
Kinder	Südostbayern	0.0042 (0.42)
Kinder	Voralpengebiet-ISH	0.0019 (0.19)
Kinder	München-ISH	0.0012 (0.12)
Kinder	München-GSF	0.0012 (0.12)
Kinder m	Karlsruhe	<0.0006 (<0.06)
Kinder w	Karlsruhe	0.0007 (0.07)
Kinder m	Frankfurt/Main	0.0015 (0.15)
Kinder w	Frankfurt/Main	0.0010 (0.10)
Kinder	Köln	0.0005 (0.05)
Jugendliche	Berlin	0.0012 (0.12)

Tab. 5: Mittlere jährliche effektive Dosis durch inkorporiertes Cäsium-134 und Cäsium-137 in den ersten beiden Folgejahren nach dem Reaktorunfall in Tschernobyl, berechnet aus Ganzkörpermessungen.

Personengruppe	Effektive Dosis			
	Mai 86 - April 87		Mai 87 - April 88	
	mSv	(mrem)	mSv	(mrem)
Männer München ISH	0.062	(6.2)	0.061	(6.1)
	0.065	(6.5)	0.067	(6.7)
	0.028	(2.8)	0.027	(2.7)
	0.027	(2.7)	0.031	(3.1)
	0.025	(2.5)	0.032	(3.2)
	0.032	(3.2)	0.034	(3.4)
	0.020	(2.0)	0.020	(2.0)
Frauen München ISH	0.044	(4.4)	0.036	(3.6)
	0.041	(4.1)	0.040	(4.0)
	0.021	(2.1)	0.023	(2.3)
	0.019	(1.9)	0.018	(1.8)
	0.020	(2.0)	0.022	(2.2)
	0.022	(2.2)	0.017	(1.7)
	0.011	(1.1)	0.011	(1.1)
Kinder Voralpengebiet	0.081	(8.1)	0.051	(5.1)
	0.050	(5.0)	0.034	(3.4)
	0.052	(5.2)	0.036	(3.6)
	0.024	(2.4)	0.018	(1.8)
	0.023	(2.3)	0.021	(2.1)
	0.021	(2.1)	0.025	(2.5)
	0.041	(4.1)	0.025	(2.5)

Anmerkungen zu den Tabellen

In Tabelle 1 sind für die wichtigsten Lebensmittel die repräsentativen Werte des Gesamtgehaltes an Cäsium-134 und Cäsium-137 aufgeführt. Diese Werte wurden von den jeweils zuständigen Leitstellen des Bundes zur Überwachung der Umweltradioaktivität aus den bundesweit vorliegenden Meßdaten der Meßstellen der Länder und der Leitstellen ermittelt. Im April 1988 lag das Verhältnis der Aktivität von Cäsium-134 : Cäsium-137 bei 0,27 : 1.

Die Meßwerte für Schaf und Hammel sind unter Schaf, die für Wildschwein, Hase, Wildente und Fasan unter sonstiges Wild zusammengefaßt. Gemüse ist unterteilt in Blatt- (alle Kohllarten, Kopfsalat, Spinat, Feldsalat), Wurzel- und Knollengemüse (Möhren, Sellerie, Radieschen, Rote Beete, Kohlrabi), Frucht- (grüne Bohnen, Gurken, Tomaten), und Zwiebelgemüse (Porree, Küchenzwiebel). Bei Obst werden die Werte für Kern- (Äpfel, Birnen), Stein- (Aprikosen, Pfirsiche, Kirschen, Pflaumen, Zwetschgen) und Beerenobst (Erdbeeren, Himbeeren, Johannisbeeren, Weintrauben) sowie Zitrusfrüchte getrennt aufgeführt. Angegeben ist jeweils der aus den Meßwerten folgende repräsentative Wert, der die mittlere Kontamination der gemessenen Lebensmittel charakterisiert. Neben der Anzahl der insgesamt vorliegenden Meßwerte ist zusätzlich die Anzahl derjenigen Meßwerte angegeben, die über dem 10-fachen des repräsentativen Wertes liegen. Bei Getreide, Kartoffeln, Obst, Walnüssen und Honig wurden wegen der geringen Probenzahl die Meßwerte des Vormonats mit berücksichtigt.

Tabelle 2 enthält die durchschnittlichen Verzehrsmengen für die einzelnen Lebensmittelgruppen, und zwar getrennt für Erwachsene und Kleinkinder. Die monatlichen Verzehrsmengen wurden der einschlägigen Literatur, z.B. dem Ernährungsbericht 1984, entnommen. Unter Milch und Milchprodukte sind Konsummilch, Joghurt, Sahne, Frischkäse, sonstige Käse und Butter zusammengefaßt. Fleisch und Fleischprodukte umfassen den gesamten Fleischverbrauch einschließlich Wurstwaren. Bei Getreide und Getreideprodukte sind

die Verzehrsmengen für Brot und Backwaren einschließlich Gebäck, Mehl und Teigwaren zugrundegelegt; durch Ausmahlung bedingte Aktivitätsverluste wurden nicht berücksichtigt. Die Verzehrsraten für Gemüse und Obst beinhalten jeweils den Gesamtkonsum an Gemüse und Obst. Aus der Kontamination der Lebensmittel und den jeweiligen Verzehrsraten ergeben sich die Werte der Zufuhr an Cäsium-134 und Cäsium-137 für die einzelnen Lebensmittelgruppen. Unterschiedliche Kontamination der Lebensmittel innerhalb einer Lebensmittelgruppe ist durch entsprechende Wichtung berücksichtigt.

In Tabelle 3 sind die aus den im Monat April 1988 zugeführten Cäsium-Aktivitäten resultierenden Beiträge der einzelnen Lebensmittelgruppen zur effektiven Dosis (50-Jahre-Folgeäquivalentdosis) zusammengefaßt. Die angegebenen Werte stellen repräsentative Durchschnittswerte dar, die für den überwiegenden Teil der Bevölkerung zutreffend sind. Durch besondere Ernährungsweisen können hiervon Abweichungen auftreten.

Im Berichtszeitraum lieferten die Nuklide Cäsium-134 und Cäsium-137 den Hauptbeitrag zur Dosis, da andere langlebige Radionuklide wie Strontium-90 und Plutoniumisotope nur in sehr geringer Aktivität zu uns gelangt sind. Die Aktivität von Strontium-90 im Fallout von Tschernobyl liegt um 2 Größenordnungen, die der Plutoniumisotope um mehr als 5 Größenordnungen unter derjenigen von Cäsium-137. Der Dosisbeitrag von Strontium-90 läßt sich aus dem Vergleich der abgelagerten Aktivitätsmengen der Nuklide Strontium-90 und Cäsium-137 sowie der für diese Nuklide geltenden Dosisfaktoren und Transferfaktoren (Boden-Pflanze, Futter-Milch, Futter-Fleisch) berechnen. Für die hier zugrundegelegten Verzehrsraten (Tabelle 2) trägt das auf den Reaktorunfall zurückzuführende Strontium-90 zu der durch die Zufuhr von Cäsium-134 und Cäsium-137 bedingten monatlichen effektiven Dosis (Tabelle 3) des Erwachsenen und des Kleinkindes jeweils 0,0001 mSv (0,01 mrem) bei.

Abb. 1

